



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA PODNIKATELSKÁ**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

**ÚSTAV INFORMATIKY**

INSTITUTE OF INFORMATICS

**APLIKACE FUZZY LOGIKY PRO VYHODNOCENÍ  
DODAVATELŮ FIRMY**

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR RATING OF SUPPLIERS FOR THE FIRM

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Kateřina Boštíková**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**

**BRNO 2021**

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky  
Studentka: **Bc. Kateřina Bošťíková**  
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Informační management  
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

## **Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů firmy**

### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Teoretická východiska práce  
Analýza problému a současné situace  
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Vymezení řešeného problému a stanovení celkového a dílčích cílů. Provedení teoretického popisu základů použité teorie prostředků umělé inteligence, popis a analýza problému, vyhodnocení současné situace, provedení návrhu řešení a zhodnocení přínosu návrhu řešení. Hlavním cílem je vytvoření rozhodovacího modelu pro hodnocení dodavatelů firmy a výběr optimálního dodavatele dle potřeb podniku.

### **Základní literární prameny:**

DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.

MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s. ISBN 978-80-200-2276-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

---

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.  
ředitel

---

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá využitím principů fuzzy logiky při hodnocení a výběru optimálního dodavatele přepravních služeb. Na základě požadavků byly vytvořeny dva modely, které slouží jako nástroje pro podporu rozhodování. Vlastní návrh řešení je vytvořen v MS Excel a MathWorks MATLAB. S využitím těchto modelů jsou následně vyhodnoceny jednotlivé nabídky.

## **Klíčová slova**

fuzzy logika, hodnocení dodavatelů, rozhodovací model, MS Excel, VBA, MATLAB

## **Abstract**

This diploma thesis deals with the use of fuzzy logic principles for evaluation and selection of an optimal supplier of transport services. Based on stated requirements, two models have been created. These models serve as a tool for decision support. The suggestion of solution itself has been created using MS Excel editor and MathWorks MATLAB programming platform. Subsequently, evaluation of particular offers has taken place using the models.

## **Key words**

fuzzy logic, rating of suppliers, decision model, MS Excel, VBA, MATLAB

### **Bibliografická citace**

BOŠTÍKOVÁ, Kateřina. *Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů firmy* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/131709>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Dostál.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. května 2021

.....

*podpis autora*

### **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala panu prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc., za jeho vstřícný přístup, věcné připomínky a poskytnuté rady, které mi velmi pomohly při zpracování této diplomové práce. Dále chci poděkovat firmě Dřevojas, zejména panu Ing. Antonínu Škrabalovi za poskytnutí potřebných informací a cenných rad.

# OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	12
1.1 Pokročilé metody rozhodování .....	12
1.2 Fuzzy logika .....	13
1.2.1 Historie fuzzy logiky .....	13
1.2.2 Principy fuzzy logiky.....	14
1.2.3 Fuzzy množina.....	14
1.2.4 Operace s fuzzy množinami.....	16
1.2.5 Proces fuzzy zpracování .....	21
1.3 Rozhodovací systém v Microsoft Excel.....	23
1.3.1 Postup zpracování fuzzy modelu v MS Excel .....	23
1.4 Rozhodovací systém v MathWorks MATLAB.....	27
1.4.1 Postup zpracování fuzzy modelu v MathWorks MATLAB .....	27
1.5 Vymezení problematiky dodavatelů .....	34
1.5.1 Náklady.....	34
1.5.2 Nákup.....	35
2 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE .....	38
2.1 Základní údaje o podniku.....	38
2.1.1 Představení podniku.....	39
2.1.2 Historie podniku .....	40
2.2 Hodnocení dodavatelů.....	40
2.2.1 Hodnocení dodavatelů v současnosti .....	40
2.2.2 Potenciální dodavatelé .....	41
2.2.3 Kritéria pro hodnocení dodavatelů .....	44



3	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ .....	48
3.1	Rozhodovací model MS Excel .....	48
3.1.1	Řešení pomocí tabulek .....	48
3.1.2	Řešení pomocí VBA a formulářů .....	53
3.1.3	Vyhodnocení dodavatelů MS Excel a VBA .....	60
3.2	Rozhodovací model MathWorks MATLAB .....	69
3.2.1	Definování modelu .....	69
3.2.2	Vytvoření modelu ve FIS editoru .....	70
3.2.3	Funkce členství v MF editoru .....	73
3.2.4	Rozhodovací pravidla .....	76
3.2.5	Hodnocení pomocí M – file .....	81
3.2.6	Hodnocení pomocí formuláře .....	83
3.2.7	Vyhodnocení dodavatelů MATLAB .....	85
3.3	Porovnání výsledků v MS Excel a MathWorks MATLAB .....	87
3.4	Doporučení .....	89
3.5	Přínosy návrhu řešení .....	90
	ZÁVĚR .....	93
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	94
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	98
	SEZNAM TABULEK .....	99
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	101
	SEZNAM GRAFŮ .....	103
	SEZNAM VZORCŮ .....	104
	SEZNAM PŘÍLOH .....	105

# ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá aplikací fuzzy logiky při vytvoření modelu na podporu rozhodování pro výběr vhodného dodavatele. Prostřednictvím využití fuzzy logiky můžeme řešit nespočetné množství rozhodovacích problémů. Tyto problémy řešíme pomocí fuzzy logiky, pokud se rozhodujeme na základě více kritérií. S tímto rozhodováním se setkáváme nejen ve firemním prostředí, ale je součástí našeho každodenního života. Výhodou fuzzy logiky při aplikaci v rozhodovacím procesu je možnost použití kritérií, které nejsme schopni přesně kvantifikovat. V takovém případě je nutné použít slovní, méně přesné hodnocení, se kterým můžeme dále pracovat. Fuzzy logika je založena na multikriteriálním rozhodování, kdy každé z kritérií může mít v rozhodovacím procesu různou důležitost, která pak výsledné rozhodnutí značně ovlivňuje.

V této práci je rozhodovací model s využitím fuzzy logiky aplikován ve firemním prostředí, konkrétně pro vytvoření dvou modelů pro určení optimálního dodavatele přepravních služeb. Jedná se o dva fuzzy inferenční systémy, které jsou vytvořeny v prostředí MS Office Excel s využitím Visual Basic for Applications a v MathWorks MATLAB. V první části práce se nachází teoretická východiska pro zpracování rozhodovacích modelů. V následujících částech dochází k popisu podniku, vytvořených rozhodovacích modelů a jejich aplikaci při hodnocení nabídek několika potenciálních dodavatelů. V závěru práce se nachází doporučení, která plynou z výsledků modelů, a zhodnocení přínosů návrhu řešení.

## **CÍLE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ**

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření rozhodovacího modelu s využitím fuzzy logiky. Tento model bude sloužit k výběru optimálního dodavatele na základě definovaných požadavků. V rámci práce budou vytvořeny rozhodovací modely ve dvou softwarových aplikacích.

Zpracování prvního modelu pro podporu rozhodování bude provedeno pomocí Microsoft Office Excel. V tomto modelu bude vytvořeno uživatelské rozhraní pomocí Visual Basic for Applications. Druhý model pro hodnocení bude realizován v prostředí MathWorks MATLAB R2020b. Důležitou součástí práce je vyhodnocení potenciálních dodavatelů a následně zhodnocení přínosů návrhu řešení.

Dílčí cíle práce:

- Definování teoretických východisek pro zpracování rozhodovacích modelů s využitím fuzzy logiky
- Definování rozhodovacích kritérií a jejich atributů
- Vytvoření rozhodovacích modelů v MS Excel a MathWorks MATLAB
- Vyhodnocení nabídek od potenciálních dodavatelů
- Porovnání výsledků obou rozhodovacích modelů
- Celkové hodnocení na základě výsledků fuzzy modelů
- Zhodnocení přínosů návrhu řešení

V analytické části této práce bude představen vybraný podnik, ve kterém bude výběr optimálního dodavatele probíhat, a několik potenciálních dodavatelů. Součástí bude také definování rozhodovacích kritérií, která budou zvolena na základě potřeb firmy.

Návrhová část bude obsahovat návrh řešení zpracováním dvou rozhodovacích modelů. Po definování odpovídajících atributů kritérií budou pomocí vytvořených modelů na podporu rozhodování vyhodnoceny jednotlivé nabídky a doporučeno optimální řešení na základě vstupních požadavků.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

První část této práce se zabývá teoretickými východisky pro využití fuzzy logiky. Tato kapitola je rozdělena na několik částí, kdy v první je popsána samotná fuzzy logika, její historie, principy a proces zpracování.

Dále se v této části nachází postup zpracování modelů využívajících fuzzy logiku v softwarových prostředích MS Excel a MathWorks MATLAB. V poslední části jsou stručně vysvětleny náklady a řízení vztahů s dodavateli. Právě nákladové položky jsou důležitým kritériem v rozhodovacím modelu, který bude vytvořen v návrhové části.

## 1.1 Pokročilé metody rozhodování

Pokročilé metody rozhodování představují využití výpočetní techniky pro rozhodování pomocí klasických metod. Jedná se o využití fuzzy logiky, neuronových sítí, genetických algoritmů a teorie chaosu za účelem jejich analyzování a modelování (1, s. 4).

Analýzu chápeme jako rozkládání celku na menší části a zjišťování chování jednotlivých částí. Následně lze chováním jednotlivých prvků v systému vysvětlit chování celku (1, s. 4).

Modelování se zabývá tvorbou modelu systému a následného využití pro předpověď jeho chování. Při návrhu modelu by měl být navrhnut nejjednodušší model, který by dostatečně přesně kopíroval chování skutečného systému. Jelikož jsou výrobní a ekonomické systémy dynamické soustavy, pro studium těchto reálných systémů je používán matematický popis. Systém pro potřeby simulace chápeme jako prostředí, které je od okolí odděleno pomocí myšlenkové hranice. (1, s. 4).

Díky pokročilým rozhodovacím metodám je možné získat kvantitativní podklady pro rozhodování a navrhování optimalizačních systémů. Jde o stanovení optimálních podmínek konkrétního procesu v systému. Výsledky těchto metod jsou využívány pro zkvalitnění rozhodovacího procesu zejména vícekritériálních úloh (2, s. 19).

## 1.2 Fuzzy logika

Tato práce se věnuje právě využití fuzzy logiky při návrhu rozhodovacích modelů, proto je vhodné tento pojem vysvětlit. *Fuzzy* je slovo převzaté z angličtiny, jehož význam je překládán jako „mlhavý, nejasný, neurčitý“. Logikou rozumíme vědu o zákonech správného myšlení a o pravidlech, která jsou nutná pro vyvozování odpovídajících závěrů. Počátky fuzzy logiky jsou datovány do 60. let 20. století (3, s. 6, 8).

Hlavní výhodou fuzzy logiky je možnost použití vágních pojmů. V reálném světě je vyjádření myšlenky použitím konkrétních pojmů často obtížné. Pomocí vágních pojmů můžeme popsat např. venkovní teplotu, kdy nepoužijeme stupně celsia, ale sdělíme, že je venku teplo, nebo zima (3, s. 6).

### 1.2.1 Historie fuzzy logiky

Fuzzy logika vychází z teorie fuzzy množin a zaměřuje se především na vágnost, kterou se snaží popsat pomocí matematického zápisu (4, s. 9). Hlavním představitelem zakladatelů fuzzy logiky je profesor Lotfi Aliasker Zadeh z UC Berkley, který ji vytvořil v roce 1965 (5, s. 8).

První zmínka o fuzzy množinách se nachází v článku L. A. Zadeha *Fuzzy sets*. Myšlenka L. A. Zadeha spočívá v množinách s neostrou hranicí. Klasická množina je popsána pomocí funkce. Fuzzy množina je však jistým zobecněním klasické množiny a je popsána pomocí funkce na intervalu. V tomto článku dále zmiňuje, že operace jako inkluze, sjednocení, průnik, konvexnost a další se dají kromě klasických množin aplikovat také na fuzzy množiny (3, s. 8).

Dalším autorem, který přispěl k poznatkům v oblasti fuzzy logiky je J. A. Goguen, který demonstroval propojení s vícehodnotovou logikou ve svém článku *The Logic of inexact concepts*. V následujících letech se vícehodnotová a fuzzy logika vyvíjeli paralelně a docházelo k jejich vzájemnému ovlivňování. V práci autorů E. H. Mandaniho a S. Assiliana se objevil koncept fuzzy kontroly a regulace (3, s. 9).

Fuzzy logika získala svou popularitu na přelomu osmdesátých a devadesátých let minulého století zejména pro své aplikace v Japonsku. Nejúspěšnější aplikace této matematické disciplíny se vyskytují v řízení a regulaci. Tuto metodu však lidé využívají

v dalších oblastech, mezi které patří například rozpoznávání obrazů, použití v databázových systémech, optimalizační a rozhodovací problémy v ekonomii, hodnocení firem a další (4, s. 7, 14).

### 1.2.2 Principy fuzzy logiky

Jak bylo zmíněno v úvodu, značnou výhodou aplikace fuzzy logiky je zahrnutí nepřesnosti a práce s významy slov přirozeného jazyka. Dochází tedy k využití tzv. vágních pojmů (4, s. 7)

Hlavním důvodem, proč fuzzy logika funguje i přes nepřesnost běžně používaného lidského jazyka je, že dokáže vágně charakterizovat expertní znalosti. Zde je však identifikován konflikt mezi relevancí a přesností informace. Zakladatel fuzzy logiky L. A. Zadeh tento princip nazval *principem incompatibility*. Prof. L. Zadeh tvrdí, že „*pokud se snažíme popsat realitu, je nutné učinit rozhodnutí mezi relevancí informace, která bude méně přesná a přesností informace, která však jistě bude méně relevantní*“. Přesnost a relevance jsou vzájemně se vylučující charakteristiky (4, s. 8).

I v případě použití velkého množství přesných výpočtů, čísel a tabulek, k jejich finální interpretaci nejčastěji používáme přirozený jazyk. Tím opět dochází k nepřesné charakterizaci, neboť pracujeme s vágními pojmy. Dalším důležitým poznatkem je podstata přesnosti. Úplná přesnost se zdá být principiálně nedosažitelnou, neboť pro její zjištění jsou voleny různé hranice přesnosti (4, s. 8).

Co se týká zmiňovaného přirozeného jazyka, je důležité vědět, že se nejedná pouze o využití při běžné komunikaci. Toto vyjadřování má důležité zastoupení téměř ve všech lidských činnostech a umožňuje popisovat a pracovat s konkrétními věcmi. Příkladem je zaškolení při práci s novým softwarem. I přestože je práce vysvětlena pomocí vágních pojmů, je možné se ovládnutí programu rychle naučit (4, s. 9).

### 1.2.3 Fuzzy množina

Na začátek si vysvětleme rozdíl mezi klasickou a fuzzy množinou. Teorie množin umožňuje použití pouze dvou stavů - 1 nebo 0. Tyto stavy definují, zda prvek do dané

množiny zcela jistě patří, nebo zcela jistě nepatří. Množinou rozumíme soubor prvků, vykazujících společné vlastnosti (2, s. 23).

Většina znalostí a údajů, které při řízení a rozhodování používáme je však do značné míry nejistá. Situace, ve kterých dokážeme aplikovat přesné znalosti jsou spíše vzácné. Právě při řešení úloh s nejistými daty se využívají nástroje umělé inteligence, mezi které patří i fuzzy logika (6, s. 78).

Pro zpracování různých typů neurčitosti a nejistoty se používají matematické postupy. Prvním možným postupem je teorie pravděpodobnosti. Zásadní nevýhodou teorie pravděpodobnosti je, že jde o poměrně komplikované metody. Tyto metody jsou řešitelné pomocí algoritmicky složitých úloh. Použití v rozsáhlých systémech by proto znamenalo vysokou výpočetní náročnost (6, s. 79).

Přijatelnějším způsobem pro systémy pracující s neurčitými pojmy a nejistotou je využití fuzzy množin (6, s. 79). Teorie fuzzy logiky a fuzzy množin určuje, jakou mírou prvek do množiny patří či nepatří. Nejedná se tedy pouze o dva možné stavy 0 nebo 1, jako je tomu právě u klasické teorie množin. (7, s. 8).

Příslušnost prvku  $x$  k fuzzy množině je definována v intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$  a značíme ji jako  $\mu(x)$ . Krajní hodnota 1 značí úplné členství prvku v množině, zatímco hodnota 0 úplné nečlenství. V mnoha případech užití míry příslušnosti prvku v množině odpovídá lépe skutečné situaci. Funkce popisující fuzzy množinu se nazývá funkce členství (7, s. 8).

Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku ve fuzzy množině. Na podobném principu funguje rozhodování lidí v duševní či fyzické oblasti, pokud se zabýváme složitě algoritmizovanými činnostmi. Metoda fuzzy množin, jinak nazývaných jako nezřetelné množiny, je jednou z metod používaných v oblasti řízení firem (2, s. 23).

V oblasti firemního řízení se setkáváme s dalšími metodami, mezi které patří například umělé neuronové sítě. Při využití více metod umělé inteligence jsou vytvářeny kombinované systémy. Systémy, které využívají fuzzy logiku současně s neuronovými sítěmi jsou tzv. neurofuzzy aplikace (2, s. 23).

### 1.2.4 Operace s fuzzy množinami

Fuzzy logika používá u základních matematických operací – sčítání, odčítání, násobení a dělení rozdílný postup, než který je známý z běžné aritmetiky (2, s. 24). Nejprve je vhodné zavést pojem rovnosti fuzzy množin. Dvě fuzzy množiny  $A$  a  $B$  jsou ekvivalentní, pokud pro všechna  $x \in X$  platí rovnost funkcí příslušnosti (8, s. 28).

$$\mu_A(x) = \mu_B(x)$$

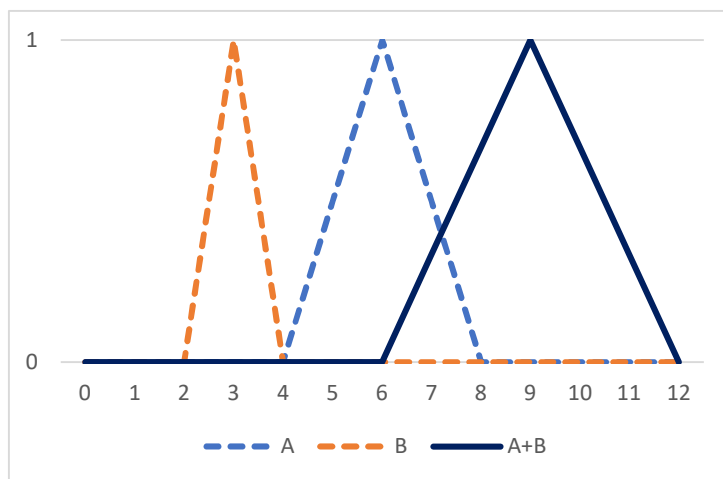
**Vzorec č. 1: Rovnost fuzzy množin**  
(Zdroj: 8, s. 28)

Postup pro sčítání fuzzy množin je popsán následovně:

$$[a, b] + [d, e] = [a + d, b + e]$$

**Vzorec č. 2: Sčítání fuzzy množin**  
(Zdroj: 2, s. 24)

Pro pochopení vzorců pro operace s fuzzy množinami uvedu příklad. Uvažujme dvě fuzzy množiny  $A = [4,8]$  a  $B = [2,4]$ . Na následujícím grafu se nachází operace sčítání těchto množin. Výsledná množina je  $A + B = [6,12]$  (3, s. 21).



**Graf č. 1: Sčítání fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (3))

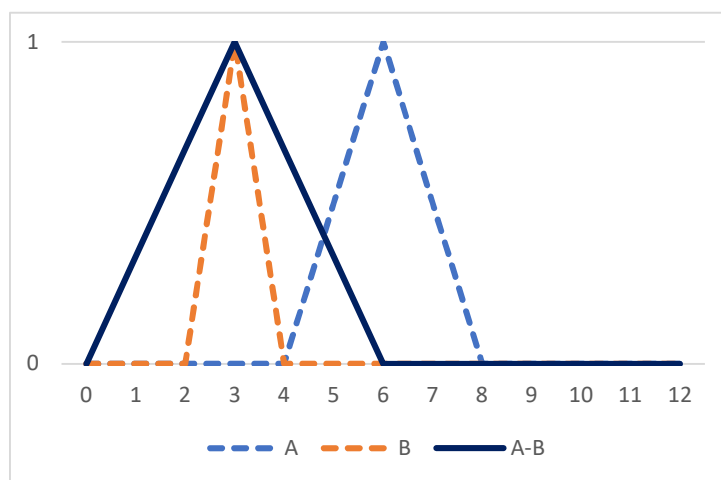


Podobným způsobem se provádí odčítání fuzzy množin.

$$[a, b] - [d, e] = [a - e, b - d]$$

**Vzorec č. 3: Odčítání fuzzy množin**  
(Zdroj: 2, s. 24)

Pomocí stejných množin  $A$  a  $B$  jako v předchozím případě je zobrazena operace odčítání dvou fuzzy množin. Výsledná množina je  $A - B = [0,6]$  (3, s. 21).



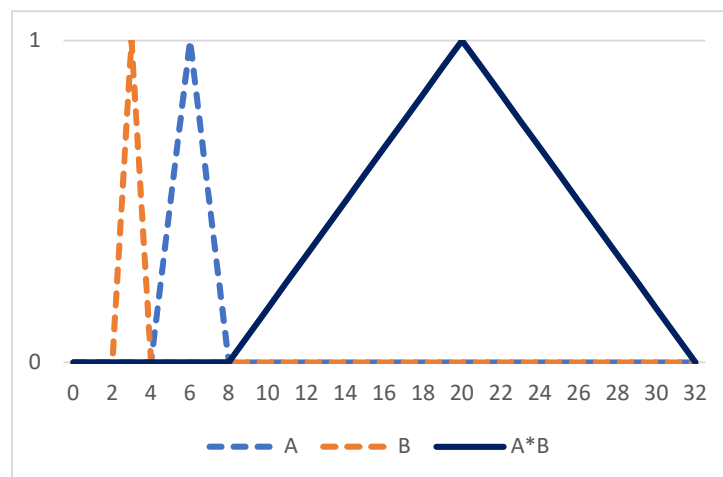
**Graf č. 2: Odčítání fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (3))

Poněkud komplikovanější postup výpočtu získáváme při násobení a dělení fuzzy množin, kdy jednotlivé prvky výsledné množiny reprezentují minimum a maximum násobení, resp. dělení prvků původních množin (2, s. 24). Vzorec pro násobení fuzzy množin je následující:

$$[a, b] \cdot [d, e] = [\min(ad, ae, bd, be), \max(ad, ae, bd, be)]$$

**Vzorec č. 4: Násobení fuzzy množin**  
(Zdroj: 2, s. 24)

Pro příklad násobení fuzzy množin jsou použity stejné množiny  $A$  a  $B$ . Výsledná množina  $A \cdot B = [8,32]$ .



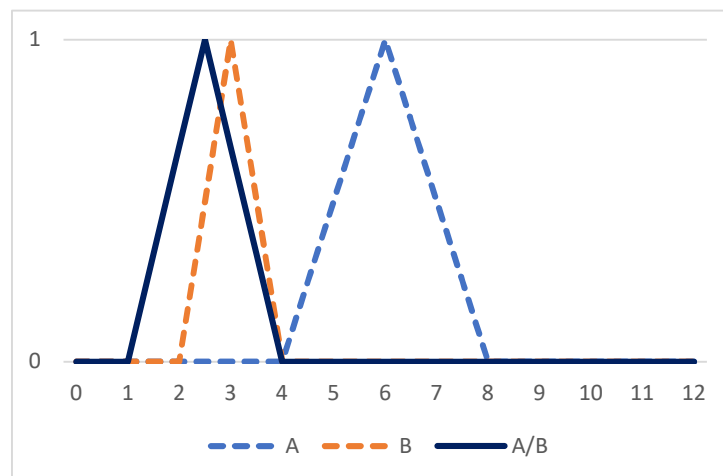
**Graf č. 3: Násobení fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (3))

Pro dělení fuzzy množin se používá následující vzorec.

$$[a, b] \div [d, e] = \left[ \min \left( \frac{a}{d}, \frac{a}{e}, \frac{b}{d}, \frac{b}{e} \right), \max \left( \frac{a}{d}, \frac{a}{e}, \frac{b}{d}, \frac{b}{e} \right) \right]$$

**Vzorec č. 5: Dělení fuzzy množin**  
(Zdroj: 2, s. 24)

Výsledek po dělení fuzzy množin je  $A \div B = [1, 4]$ .



**Graf č. 4: Dělení fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (3))

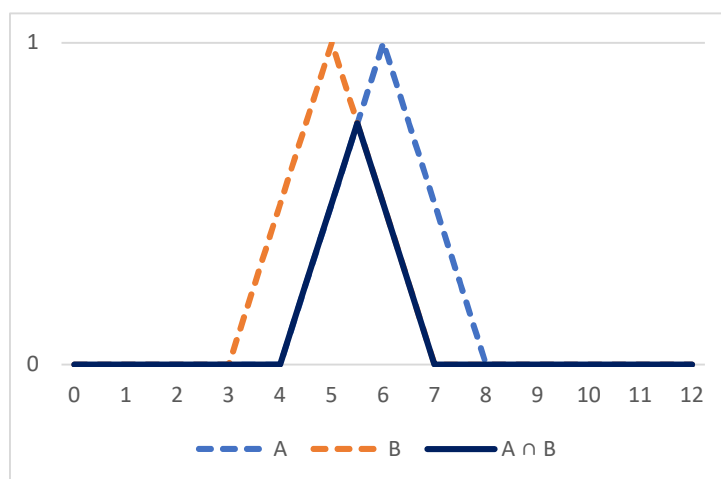
Stejně jako u základních matematických operací používá fuzzy logika rozdílný postup také při práci s logickými operátory <A>, <Nebo>, <Ne>. Tyto operátory jsou často součástí pravidel vyjádřených podmínkou <Jestliže>, <Pak> (2, s. 24).

Následující vzorec vyjadřuje vyhodnocení logického A, tedy průniku množiny A a množiny B (2, s. 24).

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

**Vzorec č. 6: Průnik fuzzy množin**  
(Zdroj: 8, s. 28)

Grafické zobrazení průniku je zobrazeno pomocí množin  $A = [4,8]$  a  $B = [3,7]$ . Na všech grafech svislá osa představuje stupeň členství v množině  $\mu(x)$  a vodorovná osa hodnotu  $x$  (8, s. 28).



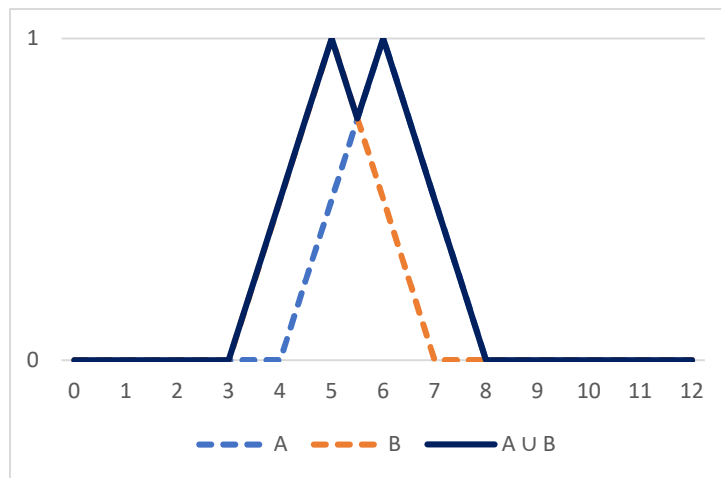
**Graf č. 5: Průnik fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (8))

Podobně lze popsat operaci sjednocení množin. Vzorec pro vyhodnocení logického NEBO je následující:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

**Vzorec č. 7: Sjednocení fuzzy množin**  
(Zdroj: 8, s. 28)

Grafické znázornění sjednocení je provedeno pomocí stejných množin  $A$  a  $B$  jako v případě průniku.



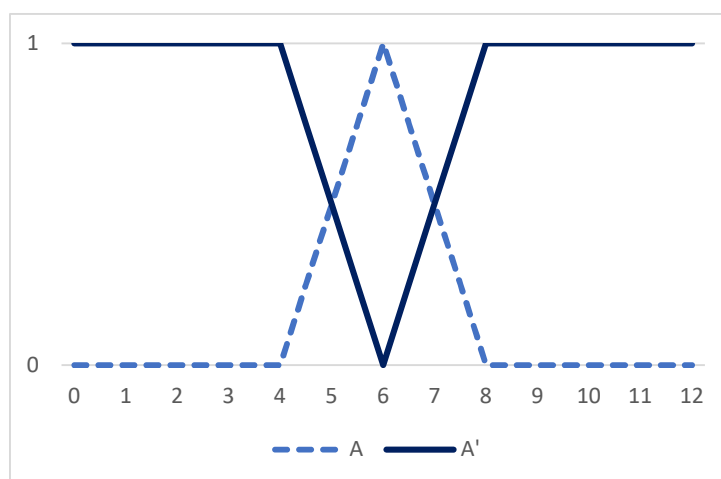
**Graf č. 6: Sjednocení fuzzy množin**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (8))

Poslední operací, kterou je při práci s fuzzy množinami vhodné zmínit je doplněk. Vzorec pro negaci neboli doplněk ve fuzzy logice, odpovídá logické operaci  $NE$  (8, s. 28):

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

**Vzorec č. 8: Doplněk fuzzy množiny**  
(Zdroj: 8, s. 28)

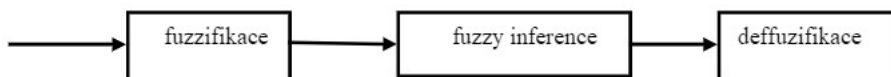
Na následujícím grafu je zobrazen doplněk množiny  $A = [4,8]$ .



**Graf č. 7: Doplněk fuzzy množiny**  
(Zdroj: vlastní zpracování podle (8))

### 1.2.5 Proces fuzzy zpracování

Tvorba fuzzy modelu obsahuje 3 základní kroky, kterými jsou fuzzifikace, fuzzy inference a defuzzifikace (2, s. 23).

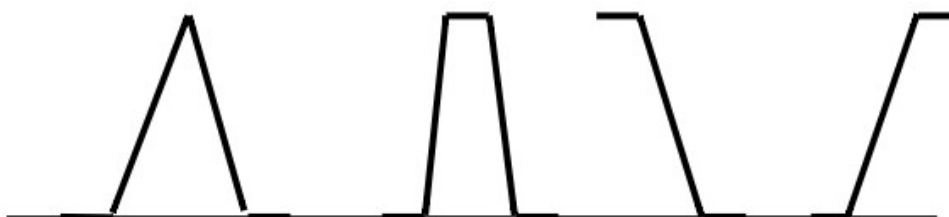


**Obrázek č. 1: Proces rozhodování pomocí fuzzy zpracování**  
(Zdroj: 2, s. 23)

#### Fuzzifikace

Při fuzzifikaci dochází k převodu reálných proměnných na jazykové. Definice vychází ze základní lingvistické proměnné, kdy například vstupní proměnnou riziko můžeme definovat pomocí několika atributů na nízké, střední či vysoké riziko. Zpravidla se pro základní proměnné definuje tři až sedm atributů (2, s. 23).

Následně je matematickou funkcí vyjádřen stupeň členství atributu v proměnné. Stupeň členství v množině se týká každé vstupní i výstupní proměnné. Tyto funkce mohou mít mnoho podob. Mezi nejpoužívanější tvary členských funkcí patří  $\Lambda$ ,  $\pi$ , S a Z. Tyto funkce se nazývají standardní funkce členství a jsou zobrazeny na následujícím obrázku č. 2 (2, s. 23).



**Obrázek č. 2: Tvary standardních funkcí členství**  
(Zdroj: 7, s. 11)

## Fuzzy inference

Dalším krokem procesu fuzzy zpracování je fuzzy inference. V tomto kroku dochází k využití pravidel typu <Když>, <Potom> na jazykové úrovni pro definování chování vytvářeného systému. Podmínky jsou často spojeny pomocí logického *A*, nebo logického *Nebo* (2, s. 23).

Podmínky, které se nachází v těchto algoritmech vyhodnocují stav příslušné proměnné a mají formu známou z programovacích jazyků (7, s. 11).

$$\langle Když \rangle Vstup_a \langle A \rangle Vstup_b \dots Vstup_x \langle Nebo \rangle Vstup_y \dots$$
$$\langle Potom \rangle Výstup_1 \langle S \text{ váhou} \rangle z$$

**Vzorec č. 9: Tvar podmínkové věty**  
(Zdroj: 7, s. 11)

Jednotlivé kombinace atributů proměnných, které vstupují do systému a jsou součástí podmínky reprezentují jedno pravidlo. Každému takovému pravidlu je v systému stanovena váha. Na určeném významu jednotlivých pravidel závisí výsledek fuzzy systému, proto je v rámci optimalizace možné váhu pravidel měnit. Výsledkem procesu fuzzy inference je jazyková proměnná (3, s. 24).

Všechna pravidla fuzzy logiky označujeme jako expertní systém (3, s. 24). Pojem expertní systém definuje poznání, kdy kvalita systémů, které využívají umělou inteligenci závisí více na kvalitě znalostí než na úrovni jejich mechanického zpracování. V expertních systémech jsou znalosti vyjádřeny explicitně, ve formě tzv. báze znalostí. Báze znalostí by měla obsahovat všechny znalosti, které jsou potřebné k řešení konkrétního problému (6, s. 15)

## Defuzifikace

Posledním krokem zpracování je defuzifikace. Výsledkem fuzzy inference je jazyková proměnná, třetí krok procesu následně převádí tento výsledek na reálné hodnoty. Cílem defuzifikace je převedení hodnoty výstupní proměnné tak, aby slovně co nejpřesněji

odpovídala výsledku fuzzy výpočtu. Jedná se tedy o operaci opačnou k prvnímu kroku fuzzy zpracování, kterým je fuzzifikace (2, s. 24).

Mezi nejčastější metody defuzzifikace patří metoda Center of Gravity, Mean of Maxima, First of Maxima, Last of Maxima a další (4, s. 96-98).

### **1.3 Rozhodovací systém v Microsoft Excel**

V této diplomové práci byla pro vytvoření modelů s využitím fuzzy logiky zvolena dvě programová prostředí. Prvním z nich je aplikace MS Excel s využitím programovacího jazyka Visual Basic for Applications pro vytvoření uživatelského rozhraní.

MS Excel je jedním z mnoha produktů firmy Microsoft. Jedná se o tabulkový kalkulátor, který kromě vytváření tabulek umožňuje pracovat s velkým množstvím matematických, statistických či finančních funkcí. Vzhledem k jeho jednoduchosti a snadnému ovládání patří mezi nejrozšířenější tabulkové editory (9).

V aplikaci MS Excel lze pracovat s příkazy programovacího jazyka Visual Basic for Applications. Pomocí VBA jsou zaznamenávána makra, která slouží k automatizaci některých činností (10, s. 11). VBA bude v této práci využito pro tvorbu uživatelských formulářů, které by měly uživateli usnadnit práci se systémem. Uživatel, který si formulář zobrazí by jej měl bez potřeby nápovědy umět intuitivně používat (11, s. 416).

#### **1.3.1 Postup zpracování fuzzy modelu v MS Excel**

K vytvoření fuzzy modelu pro podporu rozhodování v MS Excel je zavedeno několik základních matic. Celkově jsou vytvořeny 4 matice – transformační matice, ohodnocená transformační matice, vstupní stavová matice a retransformační matice. Postup zpracování pomocí tabulek je popsán v následující části práce (7, s. 12).

#### **Transformační matice a ohodnocená transformační matice**

Pomocí transformační matice dochází k určení hodnot, kterých mohou nabývat jednotlivá kritéria výběru dodavatele. V této matici je možné atributy definovat pomocí konkrétního čísla, rozsahu čísel, nebo slovního vyjádření.

**Tabulka č. 1: Příklad transformační matice**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	TRANSFORMAČNÍ MATICE			
	I.	II.	III.	IV.
	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3	Kritérium 4
1	8	500 a méně	velmi nízké	ano
2	16	501-1000	nízké	ne
3	32	1001-1500	střední	
4	64	1501-2000	vysoké	
5		2001-2500	velmi vysoké	
6		2501-3000		
7		3001 a více		

Po definování atributů, kterých mohou jednotlivá kritéria nabývat jsou kritéria číselně ohodnocena, podle jejich důležitosti pro rozhodovací proces. Důležitost kritéria pro rozhodovací proces určuje maximální hodnota v odpovídajícím sloupci. Kritéria, atributy a jejich ohodnocení by měly být definovány na základě vlastních zkušeností (3, s. 23).

**Tabulka č. 2: Příklad ohodnocené transformační matice**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	OHODNOCENÁ TRANSFORMAČNÍ MATICE			
	I.	II.	III.	IV.
	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3	Kritérium 4
1	8	9	18	20
2	10	10	16	5
3	15	12	14	
4	13	14	6	
5		20	5	
6		15		
7		10		

### Vstupní stavová matice

Vstupní stavová matice reprezentuje konkrétní nabídku dodavatele, která je hodnocena pomocí fuzzy logiky. Tato matice určuje odpovídající atribut každého kritéria. Všechny prvky stavové matice mohou nabývat dvou hodnot 0 - ne nebo 1 - ano. Je zřejmé, že



v každém sloupci definovaných kritérií se musí nacházet právě jedna 1. Proto je při sestavování vstupní stavové matice zavedena kontrola správnosti zadání. Stavových matic se v modelu může nacházet více. Počet těchto matic závisí na počtu hodnocených nabídek dodavatelů.

**Tabulka č. 3: Příklad vstupní stavové matice**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE			
	I.	II.	III.	IV.
	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3	Kritérium 4
1	0	0	0	1
2	1	0	0	0
3	0	0	1	
4	0	0	0	
5		1	0	
6		0		
7		0		
<b>kontrola</b>	OK	OK	OK	OK

Kontrola je provedena pomocí funkce *když ()* a vnořené funkce *countif ()*, které jsou implicitně k dispozici v MS Excel. Vytvořený vzorec pro kontrolu je následující:

$$= \text{když}((\text{countif}(\text{vstupni\_stavova\_matice}; 1) = 1); \text{"OK"}; \text{"Chyba!"})$$

**Vzorec č. 10: Kontrola vstupní stavové matice**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pro zjištění bodového hodnocení nabídky se využívá skalární součin. Do výpočtu skalárního součinu vstupují ohodnocená transformační matice a vstupní stavová matice (7, s. 13).

*bodove\_hodnoceni*

$$= \text{soucin.skalarmi}(\text{ohodnocena\_transf\_matice}; \text{vstupni\_stavova\_matice})$$

**Vzorec č. 11: Výpočet bodového hodnocení**  
(Zdroj: 7, s. 13)

Pro lepší přehlednost je bodové hodnocení převedeno na procentuální. Do tohoto výpočtu kromě bodového hodnocení vstupuje suma maximálních a suma minimálních ohodnocení atributů kritérií (3, s. 26).

$$\% \text{ hodnocení} = \frac{(\text{bodove hodnoceni} - \sum \min)}{(\sum \max - \sum \min)} \cdot 100\%$$

**Vzorec č. 12: Výpočet procentuálního hodnocení**  
(Zdroj: 2, s. 26)

### Retransformační matice

Retransformační matice umožňuje na základě dosaženého hodnocení zařadit výsledek do jedné ze skupin s odpovídajícím slovním hodnocením. Retransformační matice může mít několik stupňů, podle toho, kolik skupin pro zařazení hodnocení uživatel stanoví. Tato matice slouží jako forma defuzifikace (7, s. 13).

**Tabulka č. 4: Příklad retransformační matice**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

RETRANSFORMAČNÍ MATICE	
% hodnocení	Slovní hodnocení
0-35	Odmítnout
36-60	Sledovat
61-85	Přijmout
86-100	Ihned přijmout

## 1.4 Rozhodovací systém v MathWorks MATLAB

Druhou aplikací, ve které bude v návrhové části vytvořen rozhodovací model je MathWorks MATLAB ve verzi R2020b.

MATLAB je počítačový program, který slouží jako inženýrský nástroj a interaktivní prostředí pro vědecké a technické výpočty, analýzu dat a další. Všechna data jsou ukládána jako matice datového typu pole. Kromě základních algebraických operací nabízí operace umožňující rychlou manipulaci s daty různými způsoby. Pro zadávání příkazů ke zpracování dat je určeno okno *Command Window* (12, s. 1, 4).

Aplikace nabízí práci s Graphical User Interface (GUI), pomocí kterého MATLAB při vývoji aplikací umožňuje pracovat v uživatelském prostředí. Díky kombinaci maticového zpracování, programového vybavení a využití GUI je MATLAB velmi mocný nástroj při řešení problémů v mnoha oblastech (12, s.1).

### 1.4.1 Postup zpracování fuzzy modelu v MathWorks MATLAB

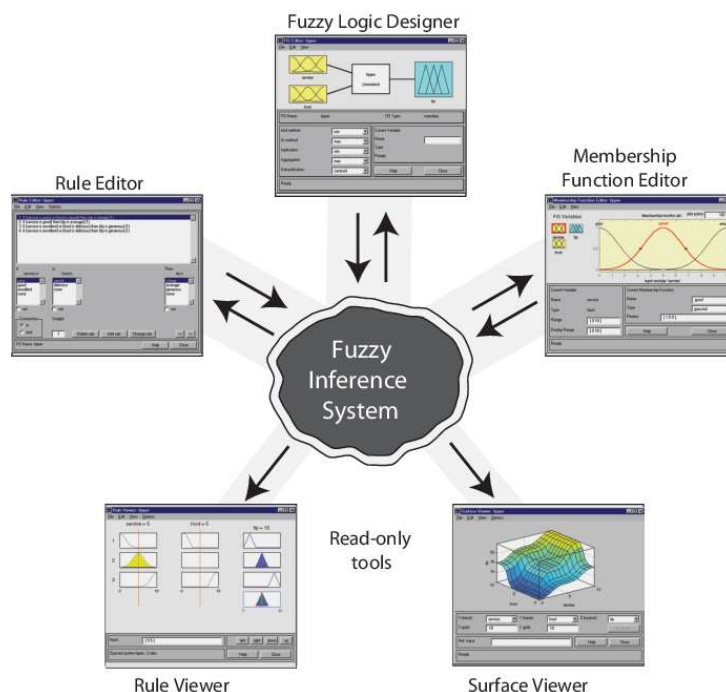
Návrh fuzzy modelu v MathWorks MATLAB je vytvořen pomocí nástroje Fuzzy Logic Toolbox. Tento doplněk poskytuje funkce pro návrh, analýzu a simulaci systémů, jejichž fungování je založeno na fuzzy logice. Nástroje umožňují pomocí logických pravidel modelovat chování systému (13).

Nástroj pro vytváření fuzzy inferenčního systému je vyvolán zadáním příkazu *fuzzy* do příkazového okna. Po potvrzení příkazu klávesou Enter je vyvolán FIS soubor (13).

Fuzzy Logic Toolbox nabízí pro práci se systémem následující nástroje:

- Fuzzy Logic Designer
- Membership Function Editor
- Rule Editor
- Rule Viewer
- Surface Viewer (13).

Všechny tyto součásti jsou propojeny do jednoho funkčního FIS souboru. Všechny pět základních nástrojů má velmi podobné uživatelské rozhraní, obdobné stavové řádky i další poskytované funkce (13).

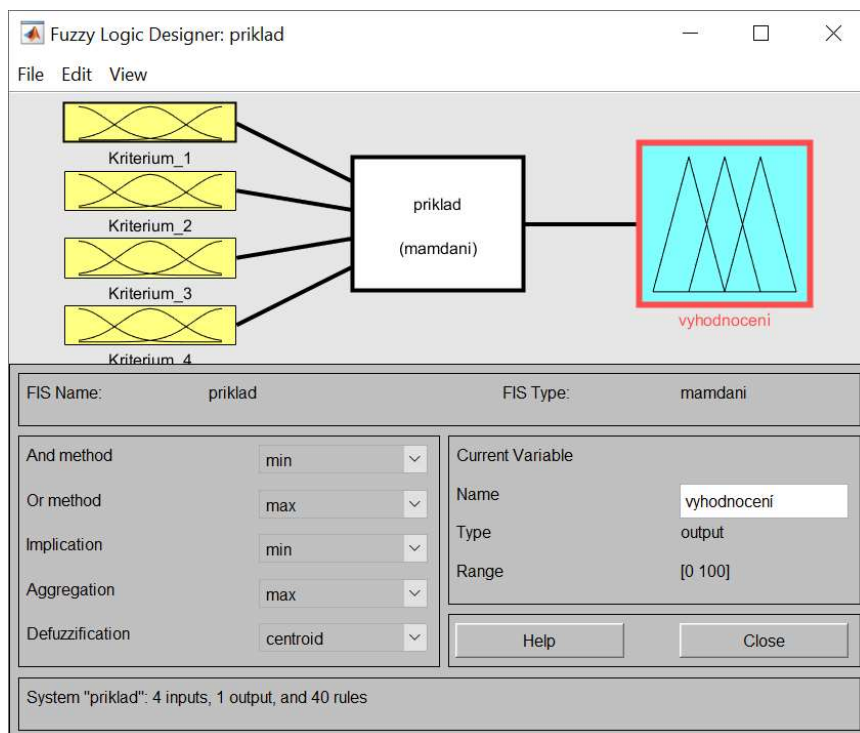


**Obrázek č. 3: Schéma FIS**  
(Zdroj: 13)

### **Fuzzy Logic Designer**

Fuzzy Logic Designer slouží k vytvoření návrhu fuzzy inferenčního systému a pro modelování jeho chování. Dochází zde k definování základních parametrů, kterými jsou počet vstupních a výstupních proměnných systému a jejich názvy. Počet vstupů je omezen pouze pamětí používaného zařízení (14).

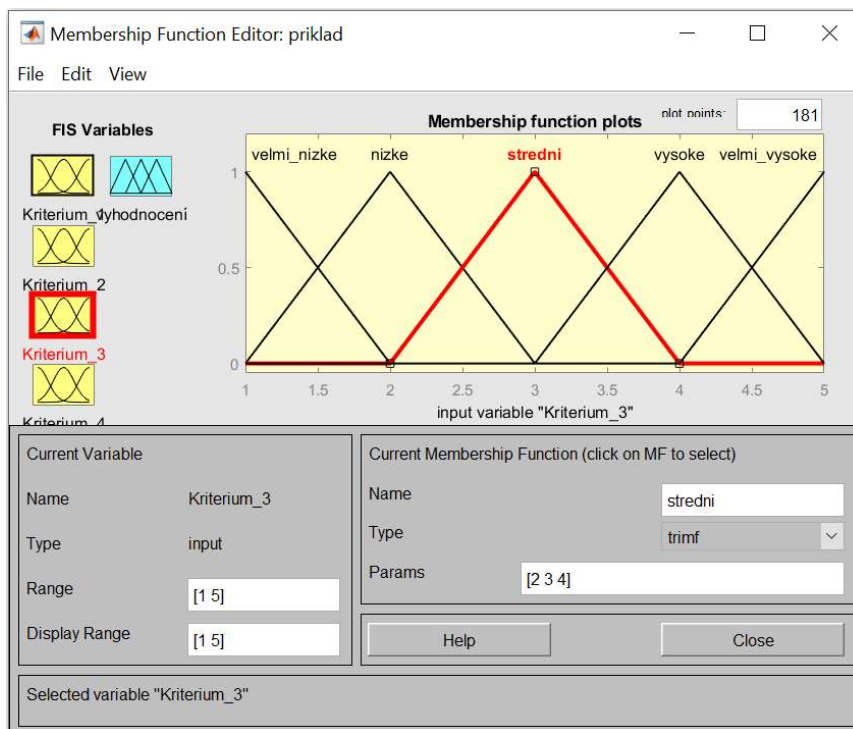
Fuzzy Logic Designer umožňuje přidávat, odebírat a měnit názvy vstupů nebo výstupů systému. Dále po zvolení některé vstupní či výstupní proměnné dochází k přechodu na MF editor pro definování členských funkcí. Pomocí prostředního bloku pravidel uživatel přejde na Rule Editor. Nabídka *View* slouží k otevření zobrazovacích nástrojů Rule Viewer a Surface Viewer, které jsou součástí Fuzzy Inference Systému (14).



**Obrázek č. 4: Fuzzy Logic Designer**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

## Membership Function Editor

Nástroj MF editor slouží k zobrazení a úpravě všech členských funkcí, které jsou spojeny s konkrétními vstupními a výstupními proměnnými. Na následujícím obrázku je vidět podoba tohoto editoru. V levé horní části okna se nachází všechny proměnné, které jsou součástí systému. Členské funkce jsou definovány pomocí rozsahu, jména, typu funkce a parametrů (13).



**Obrázek č. 5: Membership Function Editor**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Po kliknutí na definovaný vstup nebo výstup je možné upravit jednotlivé členské funkce, které definují hodnoty kritérií. Aplikace umožňuje určit počet, typ a názvy členských funkcí. Mezi nejčastěji používané tvary funkcí členství patří *trapmf* a *trimf* (13).

Jednou z možností manipulace s funkcemi členství je mechanické přetažení pomocí myši. Kliknutí na čtvercové body na vrcholu slouží k transformaci tvaru funkce. Druhou možností změny funkce členství je matematický zápis parametrů, který uživatel zadává do pole *Params* v pravém dolním rohu MF Editoru (13).

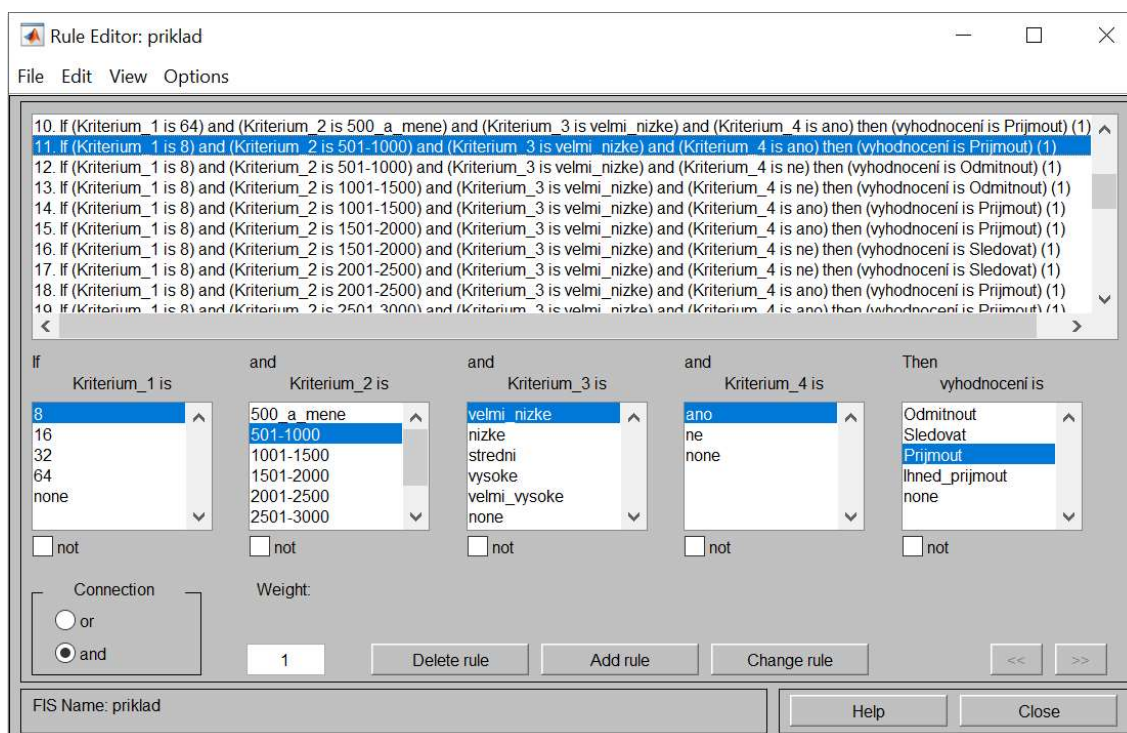
## Rule Editor

Rule Editor slouží zejména k úpravě a tvorbě pravidel, která následně definují chování fuzzy systému. Pravidla se vytváří na základě kombinace vstupních a výstupních proměnných. K otevření tohoto nástroje dojde po zvolení nabídky *Edit Rules* v některém z nástrojů FIS (13).

Pro vytvoření pravidla je nutné v každém sloupci vybrat jeden z atributů proměnné. Pomocí zaškrtnutí pole *not*, je vytvořeno pravidlo obsahující negaci zvolené hodnoty. Pro vytvoření pravidel se užívá spojení pomocí logického *and* nebo logického *or* (13).

Po výběru atributů všech proměnných a jejich logického spojení je pomocí tlačítka *Add rule* vytvořeno pravidlo, které vstupuje do rozhodovacího modelu. Toto pravidlo se po stisknutí tlačítka zobrazí v seznamu v horní části Rule Editoru. Pomocí dalších tlačítek ve spodní části editoru dochází ke změně, případně smazání pravidla (13).

Další položkou při zadávání pravidel je jejich váha, která vypovídá o důležitosti pravidla v systému. Pokud nedojde k úpravě váhy, Rule Editor přiřadí zadanému pravidlu implicitně váhu 1 (13).



**Obrázek č. 6: Vytváření pravidel v Rule Editoru**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

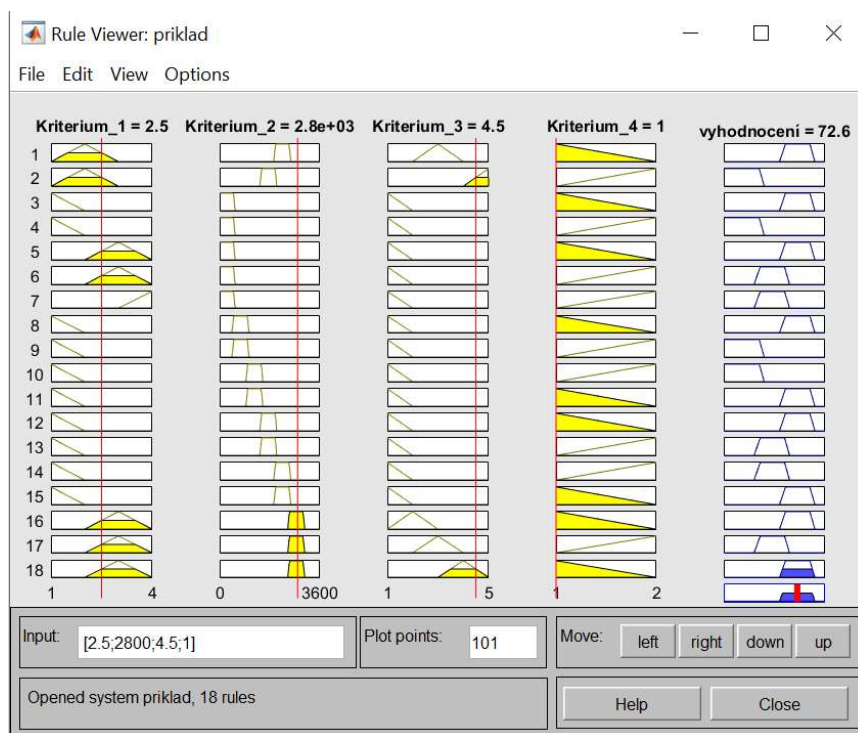
## Rule Viewer

Rule Viewer je nástroj umožňující zobrazení fuzzy inferenčního diagramu. Pomocí tohoto zobrazení lze identifikovat pravidla a zjistit, jak jednotlivé tvary členských funkcí působí na výsledek vyhodnocovacího procesu (13).

Každý řádek grafů představuje jedno rozhodovací pravidlo, sloupce reprezentují jednotlivé proměnné. Poslední modrý sloupec zobrazuje výstupní proměnnou, jedná se tedy o výsledky pravidla. Poslední graf ve sloupci výstupní proměnné slouží pro souhrnné hodnocení systému. Tučná červená čára procházející agregovanou fuzzy množinou znázorňuje výstup defuzifikace (13).

Do pole *Input* se pomocí vektoru zadávají hodnoty proměnných. Změna hodnot je možná také posunutím svislé čáry některého ze vstupů kliknutím do odpovídajícího grafu (13).

Zobrazení pomocí Rule Vieweru je efektivním nástrojem pro systémy s relativně nízkým počtem proměnných. Jelikož vykresluje všechny části každého definovaného pravidla není vhodný pro zobrazení velkých systémů (13).



**Obrázek č. 7: Rule Viewer**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

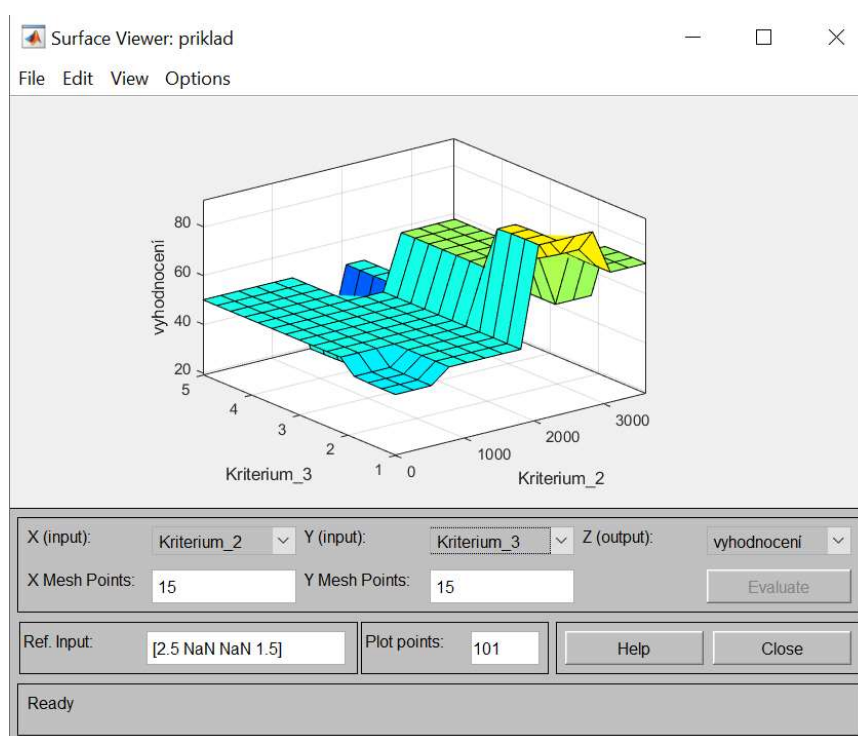
## Surface Viewer

Poslední částí Fuzzy Inference Systému je Surface Viewer. Tento nástroj zobrazuje trojrozměrnou křivku, která mapuje závislost výstupní proměnné na dvou vstupních proměnných. Výhodou tohoto zobrazení je, že celé mapování se nachází přehledně v jednom grafu. Naopak velkou nevýhodou je použití maximálně tří dimenzí pro zobrazení výsledku (13).



Pomocí rozevíracích nabídek uživatel zvolí dvě vstupní proměnné zobrazené na osách  $x$  a  $y$  a výstupní proměnnou na ose  $z$ . Na základě zvolených proměnných následně dojde k vykreslení povrchu. Otáčením trojrozměrného grafu je možné na povrch nahlížet z více úhlů, pro lepší přehled o výsledku (13).

Pokud systém obsahuje více než tři proměnné, do pole *Ref. Input* jsou pomocí vektoru zapsány explicitní hodnoty vstupů, které nejsou zobrazeny na žádné z os. Tyto hodnoty zůstávají po celou dobu prohlížení povrchu konstantní (13).



**Obrázek č. 8: Surface Viewer**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

## M-file

M – file slouží primárně k ukládání posloupnosti příkazů a uživatelských funkcí. Takto uložená posloupnost příkazů se ukládá jako soubor s příponou *\*.m*. Zadáním názvu souboru bez přípony do příkazového okna MATLABu je vyvolána posloupnost příkazů definovaných v M – file (12, s. 31).

Při zpracování fuzzy modelu v této práci bude M – file využit pro načtení vytvořených FIS souborů pomocí příkazu *readfis*. K jejich propojení a vyhodnocení slouží příkaz

*evalfis*. Po spuštění bude uživatel vyzván k zadání vstupních hodnot. Pro výzvu k zadání je určen příkaz *input*.

## **1.5 Vymezení problematiky dodavatelů**

V následující části práce je stručně představena problematika výběru dodavatelů. Při výběru jsou důležitými kritérii položky s nákladovým charakterem. V této části práce se tedy nachází důležité nákladové položky, informace o nákupní strategii a řízení vztahů s dodavateli.

### **1.5.1 Náklady**

Podle ekonomické teorie se za náklady pokládá peněžně oceněná spotřeba výrobních faktorů, včetně dalších výdajů, která je vyvolána potřebou tvorby výnosů. Výdaje se od nákladů odlišují tím, že představují úbytek peněžních fondů bez ohledu na účel využití. Náklady jsou jedním z důležitých indikátorů kvality činnosti podniku. Proto je pro management všech společností zásadním úkolem náklady řídit (15, s. 78).

#### **Třídění nákladů**

Náklady jsou rozděleny do skupin podle několika druhů třídění. Prvním, o kterém se v této části zmíním je druhové třídění nákladů. Toto třídění rozlišuje externí a interní náklady. Externí náklady vznikají stykem podniku s okolím. Jde například o spotřebu materiálu, náklady na přepravu, mzdové náklady a podobně. Tyto náklady nelze dále členit. Naopak náklady interní mají oproti externím nákladům komplexnější charakter (15, s. 79).

Další třídění nákladů je podle místa vzniku a odpovědnosti. Zde je zásadní rozdělení nákladů na náklady jednicové a režijní. Jednicové náklady jsou takové, které přímo souvisí s určitým výkonem. Režijní náklady souvisí s výrobou jako celkem. Z tohoto důvodu je obtížné režijní náklady řídit a kontrolovat (15, s. 79-80).

## **Manažerské pojetí nákladů**

Ve většině rozhodovacích úloh hraje zásadní roli srovnávání nákladů s výnosy. Při takovém rozhodování však nejsou účetní náklady zcela vypovídající. Při volbě optimálního řešení je proto vhodné věnovat se manažerskému pojetí nákladů. Toto pojetí pracuje s ekonomickými náklady, které oproti nákladům účetním berou v úvahu tzv. oportunitní náklady. Tento nástroj zajišťuje nepřetržitou kontrolu a slouží jako základ pro manažerské rozhodování (15, s. 82–83).

V každém rozhodovacím procesu by měl zodpovědný pracovník brát v potaz zejména přírůstkové náklady. Takové náklady jsou přímo ovlivněny konkrétním rozhodnutím (15, s. 84).

Dalším důležitým aspektem je rozlišení krátkodobého a dlouhodobého pohledu na náklady. V krátkodobém pohledu jsou některé vstupy pokládány za fixní, jiné za variabilní. Z dlouhodobého hlediska jsou všechny výrobní vstupy variabilní a vylučují existenci fixních nákladů (15, s. 84).

### **1.5.2 Nákup**

Nákup je proces, kdy odběratelé zajišťují co nejefektivnější dodávky jako vstupy a zdroje pro vlastní vnitropodnikové procesy. Součástí procesu nákupu je také doprava, příjem, skladování zásob apod. (16, s. 15).

Právě nákup vstupů od dodavatelů má výrazný podíl na úspěchu organizace jak z dlouhodobého, tak i krátkodobého hlediska. Tento proces je považován za jeden z nejdůležitějších v organizaci (16, s. 21).

Cílem nákupu je vytvoření dlouhodobých vztahů k vnějším zdrojům. Od nákupu se očekává efektivní řešení, kterého je dosaženo při optimálních dopravních, transakčních a ostatních nákladech v nejkratším možném čase a při nejlepší dosažitelné kvalitě. Důležitým prvkem je neustálý proces vyhledávání a navazování vzájemné spolupráce a její koordinace. Zásadní roli v nákupním procesu zajišťují informační a komunikační technologie (15, s. 198).

Pro zajištění výrobního materiálu a dalších součástí je důležité disponovat nástroji, díky kterým firma dokáže analyzovat přesně specifikované potřeby a hledat potenciální

dodavatele. Úkolem nákupu je plánování množství a termínu spotřeby, řízení zásob, optimalizace dodacích množství a další. Pro zajištění konkurenční výhody je důležité respektovat ekonomická, ekologická, technická a další kritéria (15, s. 199).

Z výše uvedených důvodů by se tedy mělo jednat o aktivní nákup. Vůči podniku je nákup povinen plnit funkci pro zajištění kompletního materiálového servisu (15, s. 199-200).

### **Nákupní strategie**

Při důležitých rozhodnutích nákupního marketingu jsou zásadní kritéria stanovena strategickým nákupním managementem. Jedná se o zabezpečení informací, plánování nákupu, rozhodování při nákupu nebo jiných formách spolupráce, při výběru dodavatelů atd. V rámci nákupní strategie firmy je vhodné se zaměřit na vlastní silné a slabé stránky. Přenesení určitých výkonů na jiné organizace s sebou často přináší značné výhody, kterými jsou například snížení nákladů na zajištění a skladování materiálu nebo dosažení vyšší jakosti (15, s. 202). Jakost vypovídá o skutečnosti, zda vlastnosti produktu splňují požadavky zákazníků a současně legislativní požadavky (16, s. 16).

Uvolnění některých kapacit ve firmě vede ke specializaci v oboru, a tím často ke konkurenční výhodě. Pro velký počet firem je finančně i personálně nevýhodné zajišťovat pomocí vlastních zdrojů činnosti související s vývojem, výrobou atd. Proto často dochází k rozhodnutí některé činnosti přeměrovat na externí dodavatele. Většinou jsou součástí outsourcingu pomocné a obslužné procesy (15, s. 202–203).

Mezi hlavní důvody využívání outsourcingu patří získání dlouhodobé konkurenční výhody, zdokonalování se v klíčových činnostech, zvýšení hospodářského výsledku či zúžení výroby a zjednodušení řídicích vztahů v organizaci (15, s. 202-203).

### **Rozhodování o volbě dodavatele**

Systém hodnocení dodavatelů probíhá v určitém stupni téměř ve všech organizacích. Cílem je vytvoření podmínek k budování jistoty a možnost nakupovat od partnerů, kteří jsou schopni a ochotni dlouhodobě plnit požadavky odběratelů (16, s. 91).

Potenciální dodavatelé jsou předmětem analýzy nákupního marketingu. Chybná analýza dodavatelů vede ke ztrátám. Základní výběr dodavatelů probíhá při určení tří podmínek.

První rozhodovací podmínkou je, jak produkt odpovídá požadavkům odběratele. Dalšími podmínkami jsou obchodní prověření dodavatele a prověření jeho manažerského systému. Výsledkem analýzy je množina potenciálních dodavatelů, kteří odpovídají všem kritériím (15, s. 209-210).

Většina organizací disponuje databází možných dodavatelů. Závěrem hodnocení je rozhodnutí o případném navázání obchodní spolupráce, nebo vymezení požadavků na změny nabídky (16, s. 42, 91).

Vytváření dodavatelsko-odběratelských vztahů vyžaduje trvalé sledování a hodnocení dodavatelů na základě vnitropodnikových kritérií. Proces hodnocení se skládá z vytvoření katalogu kritérií, vlastního hodnocení dodavatelů, znázornění zjištěných výsledků a hodnocení spolu s návrhy opatření (15, s. 212).

Při rozvíjení těchto vztahů je velmi důležitá vzájemná dialogová komunikace mezi dodavatelem a odběratelem, s využitím zpětné vazby (16, s. 213).

### **Management dodavatelského řetězce**

Dodavatelský řetězec zahrnuje řízení tvorby hodnot mezi obchodními partnery. Podstatu dodavatelského řetězce tvoří výrobní, kontrolní, nákupní a distribuční procesy. Tyto procesy musí být řízeny a plánovány na základě stanovených objednávek a dopravních zakázek (15, s. 232).

Pro optimalizaci řetězce je nutné zaměřit se na jeho aktivní management, neboť fungování řetězce je založeno na propojení s dodavateli, obchodními partnery a koncovými zákazníky. Díky tomu je možné uspokojit požadavky zákazníků, kterým lze poskytnout velký výběr, při malých nákladech a řádné kvalitě (15, s. 232).

Důležitou roli zde má řízení partnerství s dodavateli, které je založeno na vztahu vzájemné důvěry, dlouhodobé spolupráci a pečlivě vybraném množství dodavatelů. Tento pracovní vztah přináší výhodu pro oba obchodní partnery (16, s. 22).

Úspěšnost dodavatelského řetězce přináší úspěch všem spolupracujícím subjektům. Všichni členové dodavatelského řetězce, s výjimkou prvního a posledního článku, jsou současně dodavateli i odběrateli (16, s. 25).

## 2 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

Druhá část této závěrečné práce se věnuje popisu současné situace ve firmě, ve které je řešen rozhodovací problém výběru dodavatele. V této kapitole se nachází popis analyzované společnosti a současný způsob výběru dodavatelů. Dále jsou v analytické části představeni oslovení dodavatelé a definována rozhodovací kritéria.

V této práci jsou rozhodovací modely s využitím fuzzy logiky aplikovány pro výběr optimálního dodavatele přepravních služeb. Jedná se o hodnocení dodavatelů, kteří nabízejí přepravu 20palcových kontejnerů pomocí námořní dopravy. Přepravovaným zbožím je primárně příslušenství pro koupelnový nábytek z Čínské lidové republiky.

### 2.1 Základní údaje o podniku

Tato závěrečná práce se zabývá hodnocením dodavatelů přepravních služeb ve firmě Dřevojas v. d.



Obrázek č. 9: Logo Dřevojas v. d.  
(Zdroj: 17)

<b>Obchodní korporace:</b>	Dřevojas, výrobní družstvo
<b>Datum vzniku a zápisu:</b>	9. října 1991
<b>Sídlo:</b>	Pražská 2060/50, Předměstí, 568 02 Svitavy
<b>Spisová značka:</b>	Dr 146 vedená u Krajského soudu v Hradci Králové
<b>Právní forma:</b>	družstvo
<b>Statutární orgán:</b>	představenstvo (18)

### **Předmět podnikání:**

- Zpracování dřeva
- Výroba dřevěných, korkových a proutěných výrobků
- Výroba stavebních hmot, porcelánových, keramických a sádrových výrobků
- Přípravné a dokončovací stavební práce
- Specializované stavební činnosti
- Zprostředkování obchodu a služeb
- Velkoobchod a maloobchod
- Výzkum a vývoj v oblasti přírodních, technických a společenských věd
- Reklamní činnosti, marketing (18).

#### **2.1.1 Představení podniku**

Dřevojas je firma věnující se výrobě koupelnového nábytku a příslušenství s více než sedmdesáti letou tradicí. Kromě několika koupelnových kolekcí nabízí svým zákazníkům výrobu nábytku na míru. Při projektování výrobků Dřevojas spolupracuje s českými i zahraničními profesionálními architekty a designéry (19).

V současnosti se jedná o 100 % českou firmu bez účasti zahraničního kapitálu. K zajištění postupů ekologické výroby se od roku 2003 používá BAT technologie. Pro výrobu nábytku ve špičkové kvalitě slouží například nejmodernější lakovací linka v Evropě. Na veškerý nábytek i umyvadla je zákazníkům poskytnuta pětiletá záruka (20).

Své výrobky Dřevojas nabízí nejen na českém trhu, ale také v zahraničí. Výrobky jsou vyváženy do 9 evropských zemí, mezi které patří například Rusko, Švýcarsko, Německo a Skandinávie (19).

Ve firmě v současnosti pracuje přibližně 80 zaměstnanců. Produkty je možné zakoupit v jedné značkové prodejně Dřevojas, která byla oficiálně otevřena v roce 2016. Tato prodejna se nachází v centru Svitav (21). Koupelnový nábytek je však nabízen v dalších 552 prodejnách po celé České republice a na e – shopu (20).

### **2.1.2 Historie podniku**

Výrobní družstvo Dřevojas bylo založeno již v roce 1946 ve městě Svitavy. V roce 1971 došlo ke spojení s Dřevotvarem Pardubice. Z kapacitních důvodů bylo družstvo na výrobu nábytku rozšířeno. V roce 1976 byla zahájena výstavba nového závodu v průmyslové zóně na Pražské ulici ve Svitavách. Stavbu se podařilo dokončit o 2 roky později a tento výrobní závod je v současnosti stále sídlem firmy Dřevojas (21).

Následně, v roce 1991 byl Dřevojas znovu oddělen od Dřevotvaru Pardubice, a od té doby firma působí samostatně. Dalším důležitým milníkem v historii výrobního družstva je rok 1993, kdy došlo ke specializaci na produkci koupelnového nábytku (21).

## **2.2 Hodnocení dodavatelů**

V této kapitole se nachází způsob, jakým jsou dodavatelé ve firmě hodnoceni v současnosti. Následně jsou zde představeni oslovení dodavatelé. Důležitou částí je následné definování rozhodovacích kritérií, která byla určena na základě požadavků firmy. Tato kritéria budou vstupovat do rozhodovacího modelu v návrhové části této závěrečné práce.

### **2.2.1 Hodnocení dodavatelů v současnosti**

V současné době firma nevlastní žádný software pro podporu rozhodování o výběru dodavatele. Z tohoto důvodu je rozhodování podloženo zejména vlastním uvážením a zkušenostmi odpovědných zaměstnanců (22).

Výběr vhodného dodavatele pro konkrétní zakázku probíhá primárně na základě snahy o redukci přepravních nákladů. Pro stanovení celkových nákladů na přepravu jsou používány vzorce a tabulky v aplikaci MS Excel (22).

Při rozhodování o výběru se tedy zohledňují pouze nákladové položky na přepravu. Další faktory, které mohou mít na přepravu vliv často nejsou brány v úvahu. Nedochozí například k porovnání časových údajů nabídek. Hlavním časovým faktorem je doba dodání, která je právě při námořní přepravě relativně dlouhá a různí přepravci nabízí odlišnou dobu transferu z původní lokality do sídla firmy. Ve vytvořených rozhodovacích



modelech je brán v úvahu právě faktor času, který výsledné hodnocení výrazně ovlivňuje. Do modelu pro výběr optimálního dodavatele vstupují další kritéria. Tyto faktory ovlivňující nabídku dodavatele nejsou při současném hodnocení zohledňovány.

### **2.2.2 Potenciální dodavatelé**

V této části se nachází stručné představení několika potenciálních dodavatelů, k jejichž vyhodnocení budou v návrhové části využity rozhodovací modely. Jedná se o pět přepravních firem, jejichž nabídku firma obdržela.

#### **DB Schenker**

DB Schenker je jedním z lídrů v rámci poskytování globálních logistických služeb. Pro průmysl a obchod poskytuje silniční, železniční, námořní a leteckou nákladní přepravu. Dále nabízí možnost řízení dodavatelských řetězců a poskytování smluvních logistických služeb. Své integrované logistické služby nabízí celosvětově v celkově 2100 pobočkách ve více než 800 lokalitách (23).

V České republice je nadnárodní společnost zastoupena od roku 1991. V současnosti je po České republice rozmístěno 22 poboček, se snahou pokrýt všechny regiony. Svým zákazníkům DB Schenker poskytuje spolehlivé nákladní plavby, které zaručují včasné dodání do určené lokality (24).



**Obrázek č. 10: Logo DB Schenker**  
(Zdroj: 23)

#### **DSV Air & Sea**

DSV je globální společnost pokrývající silniční, lodní, železniční i leteckou přepravu. Mezi další poskytované služby patří logistická podpora a správa dodavatelského řetězce.

Vzhledem k neustálému růstu se snaží pokrýt co největší území, v současnosti se pobočky nachází v 80 zemích světa. Hlavní sídlo je umístěno v Dánsku (25).

Společnost DSV je rozdělena do 3 divizí – DSV Road, DSV Air & Sea a DSV Solutions (26). Pro námořní přepravu, která je stěžejní pro tuto práci je určena divize DSV Air & Sea, která nabízí možnost výběru z několika různých přepravních kontejnerů (27).

DSV Air & Sea přepravuje velké nákladní objemy a zároveň spolupracuje s množstvím dalších dopravců. Z těchto důvodů je společnost schopna nabídnout časté odjezdy z hlavních světových přístavů a vysokou přepravní kapacitu. Tato spolupráce umožňuje snižování ceny přepravy a zachování konkurenceschopnosti (27).

Pro snadnější průběh mezinárodní přepravy firma zaručuje zkušenost svých zaměstnanců, kteří poskytují pomoc s doručováním zásilky v souladu se všemi legislativními požadavky a dokumenty (27).



**Obrázek č. 11: Logo DSV**  
(Zdroj: 26)

## **EC Logistics**

Přepravní společnost ECL byla založena v roce 2007. Na území České republiky se pobočka EC Logistics nachází v Brně Černovicích. Vzhledem k umístění firmy se jedná o přepravce, který spojuje západní a východní Evropu, ale také zbytek světa. (28).

East Cargo Logistics se zaměřuje zejména na kamionovou přepravu. Pro zajištění námořní přepravy úzce spolupracuje s námořním oddělením ILG. Kromě přepravy firma nabízí například volné kapacity v logistickém centru v Brně (28).



**Obrázek č. 12: Logo EC Logistics**  
(Zdroj: 28)

## **LogEx Logistics**

Společnost LogEx Logistics nabízí služby v oblasti dopravy a spedice. Ve své nabídce poskytuje zákazníkům silniční, leteckou a námořní přepravu, expresní přepravu zásilek a skladovou logistiku. Vizí společnosti je být uznávaným, komplexním a flexibilním dopravcem na středoevropském trhu. K naplnění této vize nabízí zákazníkům přepravní a logistické služby s přidanou hodnotou, kterou je garance kvality a dobré ceny s ohledem na osobní přístup (29).



**Obrázek č. 13: Logo LogEx Logistics**  
(Zdroj: 29)

## **Pelmi**

Pelmi je přepravní společnost se sídlem v Praze a do obchodního rejstříku byla zapsána v roce 1995. Společnost se specializuje na logistické služby v oblasti pozemní, letecké a námořní přepravy. Při poskytování svých služeb nabízí komplexní logistické řešení s individuálním přístupem (30).

Individuální přístup v přepravě zohledňuje mnoho faktorů, mezi které patří rychlost, povaha zásilky, nákladovost, spolehlivost a další aspekty. Podle zmíněných vstupních faktorů poptávky se snaží nalézt optimální řešení pro konkrétního zákazníka (31).



**Obrázek č. 14: Logo Pelmi**  
(Zdroj: 31)

### **2.2.3 Kritéria pro hodnocení dodavatelů**

Pro hodnocení dodavatelů v této práci je vytvořen rozhodovací model při využití vícekritériálního rozhodování. V následující části je popsáno celkem sedm kritérií, která jsou vstupem pro hodnocení. Kritéria byla určena po konzultaci požadavků firmy.

U každého z kritérií je vypočteno jeho ohodnocení, kterým působí na výsledek rozhodovacího procesu. Toto ohodnocení kritéria je stanoveno maximální hodnotou atributu v odpovídajícím sloupci. Tyto atributy jsou v návrhové části formulovány pomocí transformační matice.

#### **Cena transferu**

Prvním z kritérií je cena transferu, která je pro výsledek rozhodování nejdůležitějším kritériem. Důvodem je fakt, že jedním z primárních požadavků při výběru optimálního dodavatele je redukce přepravních nákladů. Dalšími kritérii, která mají vliv na celkové náklady na přepravu zboží jsou poplatky za vyclení a výše cla, do jejíhož výpočtu cena transferu vstupuje. Rozhodovací kritérium cena transferu je rozděleno do 6 intervalů pro zařazení konkrétní ceny. Ohodnocení tohoto kritéria je 58 z celkových 140 bodů. To znamená, že tento vstup má 41,4 % podíl na výstupu rozhodovacího modelu.

#### **Doba dodání**

Druhým z důležitých kritérií je doba dodání. Tento časový interval představuje dobu od nalodění přepravního kontejneru v destinaci původu po doručení objednaného zboží do sídla firmy. Doba dodání je rozdělena na dvě části. První část intervalu představuje přepravu z přístavu výchozí destinace do jednoho z evropských přístavů. Druhý interval reprezentuje dobu přepravy z evropského přístavu do sídla firmy, která je realizována pomocí pozemní přepravy. První časový interval je variabilní a často velmi odlišný. Přeprava z přístavu do sídla firmy trvá zpravidla 7 dní.

Doba dodání je rozdělena do 5 intervalů. Celkové ohodnocení tohoto kritéria je 23 bodů z celkových 140. Podíl na celkovém výstupu hodnocení je tedy přibližně 16,4 %.

## **Poplatky za vyclení**

Dalším kritériem v rozhodovacím modelu je poplatek za vyclení. Jedná se o poplatek, který musí firma zaplatit, při proclení nakupovaného zboží a materiálu na hraničním přechodu. Poplatek za vyclení si přepravce účtuje za poskytnutí služby při přechodu hranic. Tato položka má vliv na celkovou cenu dovozu.

Poplatky za vyclení jsou pro potřeby hodnocení rozděleny podle jejich výše do 6 skupin. Toto kritérium má relativně nízkou důležitost, neboť poplatek za vyclení je oproti ostatním nákladovým položkám minimální. Celkově jsou však náklady na přepravu nejvýznamnější kritéria při rozhodování o výběru optimálního dodavatele. Ohodnocení kritéria je 9 bodů ze 140. To představuje přibližně 6,4 % podíl na výsledku rozhodovacího procesu.

## **Pojištění**

Čtvrtým kritériem v rozhodovacím modelu je pojištění. Ve většině případů se jedná o promile z hodnoty přepravovaného zboží. Cena za pojištění se zpravidla účtuje zvlášť, mimo cenu za přepravu. Pokud přepravce pojištění poskytuje jako součást svých služeb, je výsledek jeho hodnocení vyšší. Nabídkou pojištění poskytuje přepravce firmě záruku za zboží, které na její objednávku přepravuje.

Kritérium pojištění obsahuje 4 atributy. Tomuto kritériu bylo přiřazeno 8 bodů z celkových 140. To představuje přibližně 5,7 %.

## **Výše cla**

V rozhodovacím modelu se dále nachází kritérium výše cla, které je součástí celkových nákladů na přepravu zboží ze zahraničí. Výše cla není explicitně vyjádřena v nabídce dodavatelů. Výši cla je nutné dopočítat pomocí jiných údajů poskytnutých v nabídce. Do výpočtu této hodnoty vstupuje několik proměnných. Postup výpočtu je následující:

$$\text{výše cla} = (\text{hodnota zboží} + \text{hodnota přepravy mimo EU} + \text{pojištění}) \cdot 0,07$$

**Vzorec č. 13: Výpočet výše cla**  
(Zdroj: 22)

Vzorec pro výpočet obsahuje hodnotu zboží, hodnotu přepravy mimo Evropskou unii a hodnotu pojištění. Pojištění za cenu zboží se do výše cla zahrnuje pouze pokud je účtováno zvlášť, mimo hodnotu zboží (22).

Pro potřeby vytvoření rozhodovacích modelů byla pro výpočet určena průměrná cena zboží **7 715 USD**. Hodnota přepravy mimo EU je dána rozdělením ceny za přepravu do poměrů, ve kterých přeprava probíhá mimo nebo na území Evropské unie. Zpravidla mimo území EU probíhá 70 % část dopravy. Potom do vzorce pro výpočet celkové výše cla vstupuje 70 % z ceny transferu. Někteří přepravci však mohou úseky dopravy rozdělovat v jiném poměru. Cena za pojištění přepravy je určena pomocí definované průměrné ceny přepravovaného zboží.

Tato práce a vytvořené rozhodovací modely se věnují primárně přepravě sanitární keramiky, s celním zařazením 69109000. V takovém případě, je součet zmíněných položek proclen sazbou 7 % (22). V případě přepravy jiného typu zboží může být toto rozhodovací kritérium rychle upraveno. Ohodnocení kritéria v rozhodovacím modelu je 22 bodů z celkových 140, tedy přibližně 15,7 %.

### **Doba splatnosti**

Kromě doby dodání vstupuje do rozhodování další časové kritérium. Jedná se o dobu splatnosti, která určuje čas, který má firma na splacení závazku dodavateli. Tento údaj má vliv na účetní výkazy podniku, zejména na výkaz cash flow. Doba splatnosti faktur dodavatele přímo působí na některé ukazatele finanční analýzy, mezi které patří například doba splatnosti závazků. Tento ukazatel je následně vhodné porovnávat s dobou splatnosti pohledávek. Zmíněné finanční ukazatele často ovlivňují výši disponibilních peněžních prostředků firmy. Ohodnocení kritéria doby splatnosti je 18 bodů z celkových 140. Toto kritérium má tedy podíl na výstupu hodnocení přibližně 12,9 %.

### **Prezentace**

Doplňkovým kritériem při hodnocení dodavatelů je prezentace. Dodavatelé přepravních služeb byli při oslovení požádáni, aby společně s nabídkou zaslali krátkou prezentaci jejich firmy. Hodnocení prezentace je spíše subjektivní. Kritérium prezentace obsahuje

3 atributy, kdy je zvažováno, zda dopravce prezentaci skutečně zaslal, a zda je prezentace vypovídající pro účely tohoto hodnocení. Jde o nejméně důležité kritérium rozhodovacího modelu. Proto mu byl stanoven nejnižší podíl na hodnocení, 2 body z celkových 140, tedy přibližně 1,4 %.

### 3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

Třetí část diplomové práce obsahuje návrhy řešení výběru optimálního dodavatele. V návrhové části byly na základě teoretických východisek a hodnocení současné situace vytvořeny dva rozhodovací modely pro výběr optimálního dodavatele přepravních služeb ze zahraničí.

Hlavním cílem návrhové části je vytvoření modelů pro podporu rozhodování s využitím fuzzy logiky. Pomocí těchto modelů budou vyhodnoceny obdržené nabídky a následně bude porovnáno výsledné hodnocení obou modelů. V závěru této části budou na základě zjištěných výsledků navržena doporučení pro výběr optimálního dodavatele a zhodnoceny přínosy návrhu řešení.

#### 3.1 Rozhodovací model MS Excel

Pro volbu optimálního dodavatele je vytvořen systém, který rozhodovací proces automatizuje a urychlí. Jako jedna z aplikací pro hodnocení dopravců bylo vybráno prostředí MS Office Excel. S pomocí formulářů a maker definovaných pomocí jazyka Visual Basic for Applications byl vytvořen rozhodovací model na základě zvolených kritérií a hodnot jejich atributů. Vytvořený soubor obsahuje celkem 4 listy. Systém umožňuje vložit další údaje a dopravce, či provádět změny.

##### 3.1.1 Řešení pomocí tabulek

List v souboru MS Excel s názvem *hodnocení* obsahuje matice a údaje nutné pro vyhodnocení nabídek. Konkrétně se na tomto listu nachází transformační matice, ohodnocená transformační matice a retransformační matice, které slouží k hodnocení všech dodavatelů zadaných do systému. Následně je na tomto listu 6 vstupních stavových matic, kdy každá z nich reprezentuje nabídku jednoho z oslovených dodavatelů přepravních služeb.



## Transformační matice

Transformační matice se vytváří pro definování zvolených kritérií a atributů, kterých mohou jednotlivá kritéria nabývat. Ve vytvořeném rozhodovacím modelu obsahuje vstupní stavová matice celkem 7 kritérií, která disponují různým počtem atributů. Všechna stanovená rozhodovací kritéria jsou popsána v kapitole 2.2.3 této závěrečné práce.

**Tabulka č. 5: Transformační matice - 1. část**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	TRANSFORMAČNÍ MATICE		
	I.	II.	III.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení
1	do 4500 USD	do 30 dní	do 950 Kč
2	4501–5000 USD	31–35 dní	951–1100 Kč
3	5001–5500 USD	36–40 dní	1101–1250 Kč
4	5501–6000 USD	41–50 dní	1251–1400 Kč
5	6001–6500 USD	51 dní a více	1401–1550 Kč
6	6501 USD a více		1551 Kč a více
7			

Tabulku je pro vložení nutné rozdělit na dvě části, zbývající 4 kritéria se proto nachází v následující tabulce.

**Tabulka č. 6: Transformační matice - 2. část**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	TRANSFORMAČNÍ MATICE			
	IV.	V.	VI.	VII.
	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	do 750 USD	bez pojištění	před doručením	ano, vypovídající
2	751–815 USD	do 0,1 %	do 3 dní	ano, nevypovídající
3	816–880 USD	0,11 - 0,4 %	4–7 dní	ne
4	881 USD a více	0,41 % a více	8–13 dní	
5			14–29 dní	
6			30 dní a více	
7				

V tabulkách č. 5 a 6 lze vidět, jakých hodnot mohou kritéria nabývat. Pro ohodnocení nabídek dodavatelů je nutné tato kritéria číselně ohodnotit. Do výpočtu celkového hodnocení následně vstupuje právě ohodnocená transformační matice.

Významnost kritéria je určena maximální hodnotou ve sloupci, který reprezentuje kritérium. Ohodnocení kritérií a jejich atributů se nachází v následující ohodnocené transformační matici.

**Tabulka č. 7: Ohodnocená transformační matice**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	<b>OHODNOCENÁ TRANSFORMAČNÍ MATICE</b>						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	<b>Cena transferu</b>	<b>Doba dodání</b>	<b>Poplatky za vyclení</b>	<b>Výše cla</b>	<b>Pojištění</b>	<b>Doba splatnosti</b>	<b>Prezentace</b>
<b>1</b>	58	23	9	22	0	0	2
<b>2</b>	48	20	8	18	4	1	0
<b>3</b>	40	18	6	12	6	3	0
<b>4</b>	30	14	4	4	8	8	
<b>5</b>	20	10	2			15	
<b>6</b>	8		1			18	
<b>7</b>							

<b>MAX</b>	58	23	9	22	8	18	2
<b>MIN</b>	8	10	1	4	0	0	0

Po vytvoření transformačních matic je určen součet maximálních a minimálních hodnot všech kritérií. V tomto modelu je součet maximálních hodnot **140 bodů**, součet minimálních hodnot je **23 bodů**. Tyto součty následně vstupují do výpočtu procentuálního hodnocení vstupních stavových matic, které představují nabídky oslovených dodavatelů.

### **Retransformační matice**

Retransformační matice představuje formu defuzzifikaci systému, který při rozhodování využívá fuzzy logiku. Ve vytvořeném modelu je použita retransformační matice, která obsahuje 4 stupně slovního hodnocení. Hodnocení pomocí lingvistické proměnné je

určeno na základě výsledného bodového a procentuálního hodnocení. Tato retransformační matice bude sloužit jako klíč pro hodnocení nabídek.

**Tabulka č. 8: Retransformační matice**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	RETRANSFORMAČNÍ MATICE		
	bodové hodnocení	% hodnocení	závěr
1	0-59	0-40 %	neodpovídá požadavkům
2	60-79	40-60 %	odpovídá minimálním požadavkům
3	80-104	60-85 %	odpovídá požadavkům
4	105-120	85-100 %	zcela odpovídá požadavkům

### Vstupní stavové matice

Na listu *hodnocení* se nachází celkem 6 vstupních stavových matic. Vstupní matice obsahuje pouze hodnoty 0 a 1, podle toho, který atribut kritéria odpovídá nabídce. Hodnota 0 reprezentuje ne, hodnota 1 - ano. V každém ze sloupců kritéria se musí hodnota 1 vyskytovat právě jednou. Aby nedošlo k ovlivnění výsledku, je při vytváření vstupních stavových matic stanovena kontrola správného vyplnění. Kontrola je provedena pomocí funkce *když ()* a vnořené funkce *countif ()*. Celá kontrola je definována pomocí vzorce č. 10 v teoretické části této práce.

**Tabulka č. 9: Vstupní stavová matice 0/1**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE 1						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vycelení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	1	0	
5	0	0	0			1	
6	1		0			0	
7							

<b>kontrola</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
-----------------	----	----	----	----	----	----	----

Po kontrole všech sloupců stavové matice je pomocí vzorců vyhodnocena zvolená nabídka. Bodové hodnocení je určeno na základě výsledku skalárního součinu ohodnocené transformační matice a vstupní stavové matice. Pro lepší vypovídající hodnotu výsledku je následně bodové hodnocení pomocí vzorce č. 12 přepočteno na procentuální vyjádření.

**Tabulka č. 10: Tabulka s hodnocením**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

VÝSLEDEK HODNOCENÍ		
Skalární součin	67	neodpovídá požadavkům
Procentní vyjádření	37,6 %	

Pro přehlednost byla také v tabulce s výsledným hodnocením vytvořena kontrola pomocí vzorců. Pokud uživatel zadá chybně hodnoty vstupní stavové matice, výsledek hodnocení nebude zobrazen. Podmínka byla vytvořena pomocí funkce *když ()* a je definována následujícím vzorcem č. 14. V buňce J55 se nachází souhrnná kontrola všech kritérií, v oblasti B17:H23 je definována ohodnocená transformační matice a v oblasti B47:H53 vstupní stavová matice.

$$= \text{KDYŽ}(J55 = \text{"OK"}; \text{SOUČIN.SKALÁRNÍ}(B17:H23; B47:H53); \text{" – „})$$

**Vzorec č. 14: Kontrola zadání vstupní stavové matice**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Při správném zadání vstupních hodnot je numerické hodnocení pomocí defuzifikace převedeno na slovní vyhodnocení dodavatele. Toto slovní hodnocení je provedeno na základě procentuálního hodnocení, uvedeného v retransformační matici (tabulka č. 8).

Pro zápis slovního hodnocení do tabulky s výsledky je opět využita funkce *když ()*. Stejně jako v případě bodového hodnocení je před vypsáním výsledku nejprve provedena kontrola, zda je vše potřebné zadáno správně. V zápisu této funkce se v buňce J55 nachází kontrola zadání vstupní stavové matice a v buňce C59 procentuální hodnocení dodavatele.

$= K D Y \check{Z}(J55 = "Chyba!"; "Chyba při zadávání!"; K D Y \check{Z}(C59 <$   
 $= 0,4; "neodpovídá požadavkům"; K D Y \check{Z}(A(C59 > 0,4; C59 <$   
 $= 0,6); "odpovídá minimálním požadavkům"; K D Y \check{Z}(A(C59 > 0,6; C59 <$   
 $= 0,85); "odpovídá požadavkům"; "zcela odpovídá požadavkům"))))$

**Vzorec č. 15: Slovní hodnocení dodavatele**  
 (Zdroj: vlastní zpracování)

Pokud je vstupní stavová matice zadána chybně, tabulka s hodnocením bude místo bodového, procentuálního a slovního vyhodnocení obsahovat chybové hlášení. Tím uživateli sdělí, že pokud chce nabídku vyhodnotit musí ve vstupní stavové matici provést změny.

**Tabulka č. 11: Tabulka s hodnocením při chybném zadání**  
 (Zdroj: vlastní zpracování)

VÝSLEDEK HODNOCENÍ		
Skalární součin	-	Chyba při zadávání!
Procentní vyjádření	-	

Pomocí 6 vstupních stavových matic a tabulek s jejich vyhodnocením se na listu *hodnoceni* nachází vyhodnocení nabídek dodavatelů přepravních služeb, které jsou hodnoceny v této práci. Další nabídky mohou být vyhodnoceny pomocí vytvoření dalších matic na tomto listu.

### 3.1.2 Řešení pomocí VBA a formulářů

Pro jednodušší postup vyhodnocení dodavatelů a jeho ukládání bylo v souboru v MS Excel vytvořeno několik formulářů a ovládacích prvků pomocí maker, která jsou zapsána jazykem Visual Basic for Applications. Úvodní menu uživateli poskytuje výběr, kterou z funkcí aplikace si přeje využít. Tento formulář se zobrazí ihned po otevření souboru \*.xslm, po přechodu na list s názvem *úvod* nebo pomocí tlačítka, které se nachází na všech listech ve vytvořeném souboru.



**Obrázek č. 15: Úvodní menu**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Po stisknutí tlačítka *Zobrazit rozhodovací matice* aplikace přejde na list *hodnocení*, na kterém dochází k vyhodnocení pomocí tabulek, které je popsáno v předchozí kapitole.

Tlačítkem *Hodnocení dopravců* je vyvolán formulář s výběrem, zda si uživatel přeje hodnotit novou nabídku od dodavatele přepravních služeb, nebo zda má být zobrazeno hodnocení přepravců, kteří se již v seznamu aplikace nachází.

**Obrázek č. 16: Formulář výběr dodavatele**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Pokud uživatel zvolí možnost hodnocení nového dodavatele, po kliknutí na tlačítko *Potvrdit* mu bude pomocí následujícího formuláře umožněno zadat hodnoty atributů kritérií, které jsou obsaženy v nabídce od dodavatele.

**Obrázek č. 17: Formulář pro vložení a hodnocení nového dodavatele**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Tento formulář obsahuje několik ovládacích prvků, pomocí kterých může uživatel nabídku zadat a vyhodnotit. Pro výpočet hodnocení slouží zelené tlačítko *Vyhodnotit*. Po stisknutí tohoto tlačítka je nejdříve provedena kontrola vyplnění všech náležitostí a zadaných datových typů. Pokud některé z kritérií není vyplněno, nebo neodpovídají datové typy, aplikace vypíše chybovou hlášku. Je-li identifikována chyba datového typu, uživateli je pomocí chybového hlášení sděleno, u kterého kritéria je zadána neodpovídající hodnota.

**Obrázek č. 18: Chybové hlášení při hodnocení nového dodavatele**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Hodnocení dodavatelů

Zadávání kritérií

Název

Cena

5000

USD

Odhodnocení

48

Doba dodání

51 dní a více

10

Poplatky za vyclení

900

Kč

9

Výše cla

786

USD

18

Pojištění

bez pojištění

ano, ve výši:

0,1

%

4

Doba splatnosti

30 dní a více

18

Prezentace

ano, vypovídající

2

Smazat zadaná kritéria

Vyhodnotit

Vyhodnocení

VÝSLEDEK HODNOCENÍ

Bodové hodnocení

109

Procentuální hodnocení

73,5 %

Výsledek hodnocení

odpovídá požadavkům

Uložit dopravce

Zpět

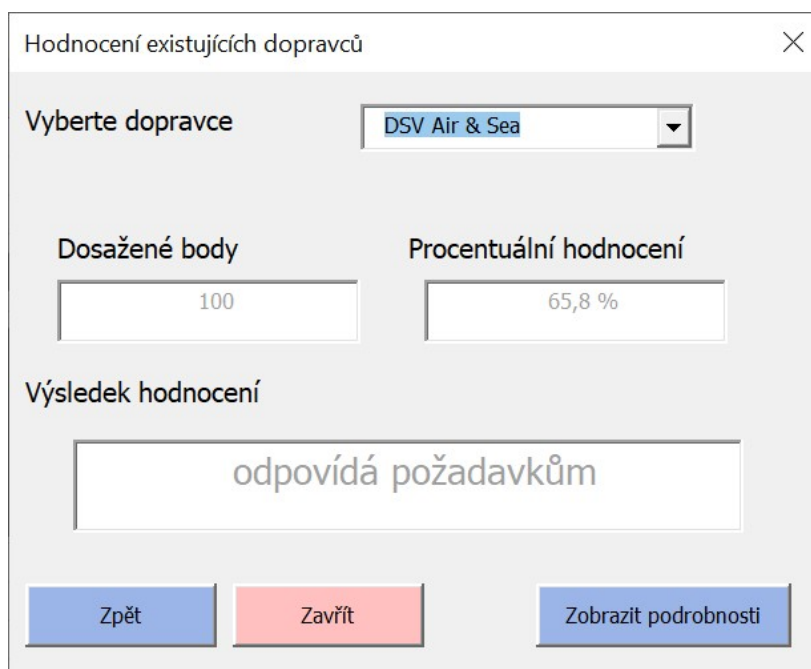
Zavřít

**Obrázek č. 19: Hodnocení nového dodavatele pomocí formuláře**  
(Zdroj: vlastní zpracování)



Dalším tlačítkem na formuláři pro hodnocení dodavatelů je *Smazat zadaná kritéria*. Stisknutím tohoto tlačítka jsou smazány všechny dříve zadané hodnoty ve formuláři. Tlačítko *Uložit dopravce* slouží k uložení vyhodnocení na listy *vyhodnoceni\_dodavatele* a *podrobne\_hodnoceni*. Na těchto listech se nachází seznam všech dříve hodnocených dopravců. Na listu *vyhodnoceni\_dodavatele* se vyskytuje název a hodnocení dodavatele. List *podrobne\_hodnoceni* nabízí kromě hodnocení přehled o hodnotách všech kritérií. Před uložením do těchto tabulek je nutné kromě všech kritérií zadat název dopravce.

Aplikace obsahuje také zobrazení vyhodnocení dodavatelů, kteří jsou již v modelu uloženi. Jejich hodnocení se zobrazí, pokud uživatel ve formuláři pro výběr hodnocení dodavatelů, který se nachází na obrázku č. 16 vybere *Hodnocení existujících*. Následně je zobrazen formulář, kde je možné pomocí rozevírací nabídky vybrat některého z dříve hodnocených dodavatelů. Po výběru se v textových polích zobrazí jeho hodnocení.



**Obrázek č. 20: Formulář pro hodnocení existujících dodavatelů**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Pomocí tlačítka *Zpět* se aplikace vrátí na formulář pro výběr nového hodnocení dodavatele nebo zobrazení dříve ohodnocených nabídek. Tlačítko *Zavřít* přesune uživatele zpět na začátek, tedy na úvodní menu. Stisknutím tlačítka *Zobrazit podrobnosti* je otevřen formulář, který poskytuje přehled všech hodnot kritérií, které byly při dřívějším vyhodnocení dodavatele v systému zadány.

Hodnocení existujících dopravců

### HODNOCENÍ DODAVATELE

Název	DSV Air & Sea	
Cena	5240	USD
Doba dodání	36 - 40 dní	
Poplatky za vyclení	1950	Kč
Výše cla	798	USD
Pojištění	<input type="radio"/> bez pojištění <input checked="" type="radio"/> ano, ve výši: 0,3 %	
Doba splatnosti	14 - 29 dní	
Prezentace	ano, vypovídající	

Obrázek č. 21: Zobrazení zadaných kritérií existujícího dodavatele  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Po zobrazení zadaných kritérií jsou všechna pole pro úpravu ve výchozím nastavení uzamčená, neboť jsou hodnoty určeny primárně k prohlížení. Textová pole a rozevírací nabídky jsou pro úpravu odemknuta pomocí tlačítka *Změnit kritéria*. Následně může být jakékoliv vstupní kritérium změněno. K zavření formuláře jsou určena tlačítka *Zpět* a *Zavřít*. Pokud si uživatel přeje změnu kritérií, a tedy i hodnocení uložit, slouží mu k tomu tlačítko *Uložit změny*. Toto tlačítko se po stisknutí *Změnit kritéria* odemkne spolu s dalšími ovládacími prvky. Při uložení jsou stejně jako v případě zadávání nového dodavatele do systému nejdříve zkontrolovány vstupní hodnoty.

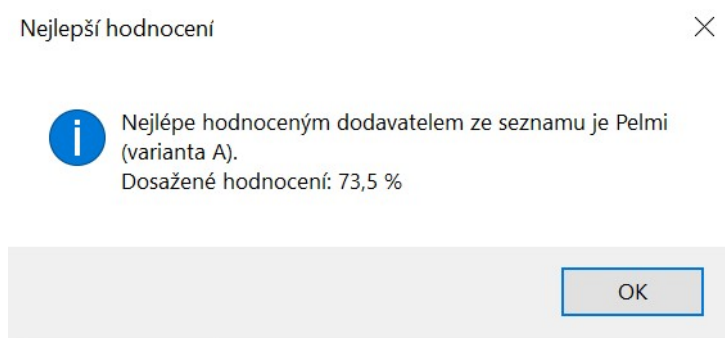
Úvodní menu dále nabízí možnost *Zobrazit vyhodnocené dopravce*. Toto tlačítko slouží k přesunu na list, na kterém se nachází seznam hodnocených dodavatelů přepravních

služeb. Pro přehlednost je ve sloupci *vyhodnocení* nastaveno podmíněné formátování na základě výsledné hodnoty.

NÁZEV	BODOVÉ HODNOCENÍ	PROCENTUÁLNÍ HODNOCENÍ	VYHODNOCENÍ		SOUČET
DB Schenker	67	37,6%	neodpovídá požadavkům	MAX	140
DSV Air & Sea	100	65,8%	odpovídá požadavkům	MIN	23
EC Logistics	63	34,2%	neodpovídá požadavkům		
LogEx Logistics	83	51,3%	odpovídá minimálním požadavkům		
Pelmi (varianta A)	109	73,5%	odpovídá požadavkům		
Pelmi (varianta B)	79	47,9%	odpovídá minimálním požadavkům		
				Přejít na úvodní formulář	
				Zobrazit nejlepší	
				Zobrazit podrobné hodnocení	
				Smazat dopravce	

Obrázek č. 22: Ukázka listu s vyhodnoceními dodavatelů  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Na listu se nachází ovládací prvky s podobnými funkcemi jako na dříve popsáných formulářích. Po stisknutí tlačítka *Zobrazit nejlepší* aplikace najde v seznamu dodavatele s nejlepším výsledkem a zobrazí jeho název a dosažené procentuální hodnocení.



Obrázek č. 23: Zobrazení nejlépe hodnoceného dodavatele  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Následujícím tlačítkem v úvodním menu a také na listu s tabulkou obsahující vyhodnocené dodavatele je *Zobrazení podrobného hodnocení*. Stejně jako v předchozím případě funguje tlačítko jako navigace mezi jednotlivými listy. Po stisku se aplikace přesune na list *podrobne\_hodnoceni*, kde se kromě výsledného hodnocení dodavatelů nachází vstupní hodnoty rozhodovacích kritérií vytvořeného modelu.

Předposledním tlačítkem v úvodním menu je *Odstranit dopravce*. Po stisku může uživatel ze seznamu vybrat, kterého dopravce si přeje z aplikace odstranit. V takovém případě budou odstraněny všechny záznamy o dodavateli, které se v aplikaci nachází. Na tuto

skutečnost je uživatel před odstraněním upozorněn pomocí hlášky a aplikace vyžaduje potvrzení jeho rozhodnutí.



**Obrázek č. 24: Formulář pro odstranění dodavatele**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Posledním tlačítkem je tlačítko *Ukončit*. Po stisku je aplikace v MS Excel ukončena a dochází k zavření souboru.

### 3.1.3 Vyhodnocení dodavatelů MS Excel a VBA

V této kapitole jsou představeny nabídky oslovených dodavatelů, které jsou hodnoceny pomocí výše definovaných matic a vzorců. Po vyhodnocení všech nabídek je možné určit, který z dodavatelů nejlépe odpovídá stanoveným požadavkům. Zpracování pomocí tabulek i aplikace VBA používá pro výpočet hodnocení stejný algoritmus, proto obě varianty poskytují totožný výsledek.

Je důležité zmínit, že dodavatelé byli s žádostí o zaslání nabídky osloveni v období před Čínským Novým rokem, kdy situace v námořní přepravě nebyla příliš příznivá, zejména z kapacitních důvodů. Proto jsou ceny nabídek vyšší a v nadcházejícím období je pravděpodobné, že bude docházet k jejich poklesu. Případná změna může být do aplikace snadno zapsána a tím dojde k přepočítání hodnocení dodavatele. Dále bych ráda zmínila skutečnost, že dodavatelé byli hodnoceni na základě požadavků konkrétní společnosti.

V jiných případech mohou mít odběratelé odlišné požadavky a tím pádem bude hodnocení dopravců rozdílné.

## DB Schenker

V následující tabulce se nachází odpovídající hodnoty rozhodovacích kritérií, které obsahovala nabídka obdržena od přepravní společnosti DB Schenker.

**Tabulka č. 12: Nabídka DB Schenker**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	<b>Cena transferu [USD]</b>	<b>Doba dodání [dní]</b>	<b>Poplatky za vycelení [Kč]</b>	<b>Výše cla [USD]</b>	<b>Pojištění</b>	<b>Doba splatnosti</b>	<b>Prezentace</b>
<b>DB Schenker</b>	6 700	47 dní	1 043	873	0,44 %	14 dní	ano, vypovídající

Pro výpočet hodnocení je vytvořena vstupní stavová matice této nabídky. Vstupní matice obsahuje hodnoty 1/0. Hodnota 1 (pravda) v každém sloupci odpovídá hodnotě kritéria, které je obsaženo v nabídce přepravce. Hodnotu 0 (nepravda) obsahují všechny ostatní neodpovídající řádky ve sloupci kritéria. V každém ze sloupců se musí vyskytovat právě jedna hodnota 1 (pravda). Po provedení kontroly je pomocí skalárního součinu vstupní stavové matice a ohodnocené transformační matice nabídka vyhodnocena. Pro výpočet bodového a procentuálního hodnocení jsou použity vzorce, které se nachází v kapitole 1.3. Pro definování lingvistické proměnné reprezentující výsledné hodnocení nabídky je použit vzorec č. 15.

**Tabulka č. 13: Vstupní stavová matice DB Schenker**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE DB Schenker						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	1	0	
5	0	0	0			1	
6	1		0			0	
7							

Vypočtené bodové a procentuální hodnocení:

$$\text{Bodove hodnoceni} = 67$$

$$\% \text{ hodnoceni} = 37,6 \%$$

vysledek hodnoceni = **neodpovida pozadavkum**

### DSV Air & Sea

Dalším z potenciálních přepraveců, jehož nabídka byla hodnocena při výběru optimálního dodavatele je DSV Air & Sea.

**Tabulka č. 14: Nabídka DSV Air & Sea**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	Cena transferu [USD]	Doba dodání	Poplatky za vyclení [Kč]	Výše cla [USD]	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
DSV Air & Sea	5 240	39 dní	1 950	798	0,30 %	14 dní	ano, vypovídající

Pomocí stejného postupu jako v předchozím případě je definována vstupní stavová matice 1/0 pro výpočet hodnocení.

**Tabulka č. 15: Vstupní stavová matice DSV Air & Sea**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE DSV Air & Sea						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0			1	
6	0		1			0	
7							

Po výpočtu pomocí uvedených vzorců je výsledek hodnocení dopravce DSV Air & Sea následující:

bodove hodnoceni = 100

% hodnoceni = 65,8 %

výsledek hodnoceni = **odpovída požadavkům**

## EC Logistics

Třetím hodnoceným přepravcem je EC Logistics.

**Tabulka č. 16: Nabídka EC Logistics**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	Cena transferu [USD]	Doba dodání	Poplatky za vyclení [Kč]	Výše cla [USD]	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
EC Logistics	6 887	46 dní	1 000	879	0,33 %	14 dní	ne

Pomocí dříve definovaného postupu je v tabulce č. 17 vytvořena vstupní stavová matice 0/1.

**Tabulka č. 17: Vstupní stavová matice EC Logistics**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE EC Logistics						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	1
4	0	1	0	0	0	0	
5	0	0	0			1	
6	1		0			0	
7							

Po výpočtu pomocí uvedených vzorců je výsledek hodnocení dodavatele EC Logistics následující:

bodove hodnoceni = 63

% hodnoceni = 34,2 %

vysledek hodnoceni = **neodpovida pozadavkum**

### LogEx Logistics

Dalším přepravcem hodnoceným v této práci je společnost LogEx Logistics. Poskytnutá nabídka se nachází v následující tabulce.

**Tabulka č. 18: Nabídka LogEx Logistics**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	Cena transferu [USD]	Doba dodání	Poplatky za vyclení [Kč]	Výše cla [USD]	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
<b>LogEx Logistics</b>	5 945	55 dní	993	834	0,51 %	14 dní	ano, nevypovídající

Vstupní stavová matice 0/1 pro výpočet hodnocení pomocí skalárního součinu:



**Tabulka č. 19: Vstupní stavová matice LogEx Logistics**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE LogEx Logistics						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0	0	0
4	1	0	0	0	1	0	
5	0	1	0			1	
6	0		0			0	
7							

Po výpočtu pomocí uvedených vzorců je výsledek hodnocení dodavatele následující:

bodove hodnoceni = 83

% hodnoceni = 51,3 %

vysledek hodnoceni = **odpovida minimalnim pozadavkum**

## Pelmi

Společnost Pelmi při oslovení zaslala 2 varianty s nabídkou na poskytnutí přepravních služeb, které se liší svou cenou a dobou přepravy. Rozdílná cena má vliv na výpočet výše cla. Při hodnocení této firmy je vhodné brát v úvahu obě možnosti přepravy. V okamžiku objednávky však může být k dispozici pouze jedna z variant.

První nabídka, která je levnější a zahrnuje delší dobu přepravy je zobrazena v následující tabulce č. 20.

**Tabulka č. 20: Nabídka Pelmi (varianta A)**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

	Cena transferu [USD]	Doba dodání	Poplatky za vyclení [Kč]	Výše cla [USD]	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
<b>Pelmi (varianta A)</b>	5 000	59 dní	900	786	0,10 %	30 dní	ano, vypovídající

Definování vstupní stavové matice 1/0 dodavatele Pelmi pro nabídku s delší dobou přepravy:

**Tabulka č. 21: Vstupní stavová matice Pelmi (varianta A)**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	<b>VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE Pelmi (varianta A)</b>						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	<b>Cena transferu</b>	<b>Doba dodání</b>	<b>Poplatky za vyclení</b>	<b>Výše cla</b>	<b>Pojištění</b>	<b>Doba splatnosti</b>	<b>Prezentace</b>
<b>1</b>	0	0	1	0	0	0	1
<b>2</b>	1	0	0	1	1	0	0
<b>3</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>4</b>	0	0	0	0	0	0	
<b>5</b>	0	1	0			0	
<b>6</b>	0		0			1	
<b>7</b>							

Výsledek hodnocení nabídky od společnosti Pelmi v případě delší doby dodání je následující:

bodove hodnoceni = 109

% hodnoceni = 73,5 %

vysledek hodnoceni = **odpovida pozadavkum**

Druhá nabídka zahrnuje kratší dobu dodání, ale zároveň je výrazně finančně nákladnější.

**Tabulka č. 22: Nabídka Pelmi (varianta B)**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	<b>Cena transferu [USD]</b>	<b>Doba dodání</b>	<b>Poplatky za vyclení [Kč]</b>	<b>Výše cla [USD]</b>	<b>Pojištění</b>	<b>Doba splatnosti</b>	<b>Prezentace</b>
<b>Pelmi (varianta B)</b>	6500	43 dní	900	859	0,10 %	30 dní	ano, vypoovídající

Vstupní stavová matice 1/0 dodavatele Pelmi pro nabídku s kratší dobou přepravy:

**Tabulka č. 23: Vstupní stavová matice Pelmi (varianta B)**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	VSTUPNÍ STAVOVÁ MATICE Pelmi (varianta B)						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Cena transferu	Doba dodání	Poplatky za vyclení	Výše cla	Pojištění	Doba splatnosti	Prezentace
1	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	
5	1	0	0			0	
6	0		0			1	
7							

Po výpočtu pomocí uvedených vzorců je výsledek hodnocení nabídky společnosti Pelmi s kratší dobou dodání následující:

bodove hodnoceni = 79

% hodnoceni = 47,9 %

výsledek hodnoceni = **odpovídá minimálním požadavkům**

### Vyhodnocení nabídek MS Excel

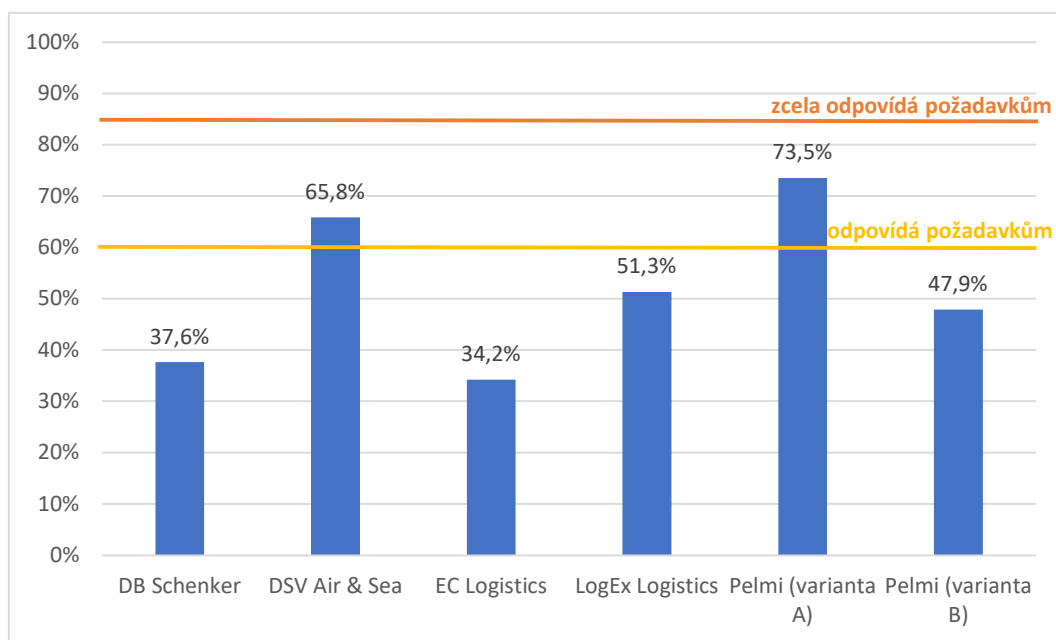
Pomocí rozhodovacího modelu v MS Excel bylo hodnoceno celkem 6 nabídek. Hodnocení *odpovídá požadavkům* dosáhli 2 dodavatelé přepravních služeb. Procentuálního hodnocení nad 85 % nedosáhl žádný z přepraveců. V následující tabulce je zapsáno souhrnné hodnocení všech nabídek.

**Tabulka č. 24: Hodnocení dopravců v modelu MS Excel**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Název dopravce	% hodnocení	Výsledek hodnocení
DB Schenker	37,6 %	neodpovídá požadavkům
DSV Air & Sea	65,8 %	odpovídá požadavkům
EC Logistics	34,2 %	neodpovídá požadavkům
LogEx Logistics	51,3 %	odpovídá minimálním požadavkům
Pelmi (varianta A)	73,5 %	odpovídá požadavkům
Pelmi (varianta B)	47,9 %	odpovídá minimálním požadavkům

Pro přehledné zobrazení celkových výsledků hodnocení pomocí modelu v MS Excel a VBA jsou vypočtené hodnoty zobrazeny pomocí sloupcového grafu.



**Graf č. 8: Hodnocení dopravců v modelu MS Excel**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Pro lepší vypovídající hodnotu výsledků byly do grafu vloženy přímky, které představují hraniční hodnoty, kdy nabídka *odpovídá požadavkům* nebo *zcela odpovídá požadavkům*. Toto slovní hodnocení je určeno podle retransformační matice (tabulka č. 8).

Pomocí modelu vytvořeného v Microsoft Excel dosáhla nejlepšího hodnocení nabídka od přepravní společnosti Pelmi. Jedná se o nabídku, která počítá s delší dobou dodání, je však výrazně levnější. Celkové hodnocení této nabídky je 73,5 %. Současně hodnocení *odpovídá požadavkům* dosáhla společnost DSV Air & Sea. Zmíněné firmy dosáhli nejlepšího hodnocení proto, že nabídli nejnižší cenu za přepravu. Toto kritérium má ve vytvořeném modelu největší vliv na konečné hodnocení.

Hodnocení, kdy nabídka dodavatele *odpovídá minimálním požadavkům* dosáhla přepravní firma LogEx Logistics a dražší varianta přepravy Pelmi. V případě úpravy nabídky by však mohlo dojít ke zlepšení hodnocení těchto firem.

Naopak definovaným *požadavkům neodpovídají* nabídky od firem DB Schenker a EC Logistics, zejména z důvodu vysoké ceny transferu. Vysoká cena je pravděpodobně

ovlivněna situací v námořní přepravě před Čínským Novým rokem a toto hodnocení tedy může být při úpravě vstupů změněno.

Hodnocení *zcela odpovídá požadavkům* nedosáhl žádný dodavatel. Důvodem může být přísné stanovení atributů jednotlivých kritérií. Nejvyšší vliv v rozhodovacím modelu mají cena transferu a doba dodání. Tato kritéria jsou však ve většině případů protichůdná. Poskytnutí nižší ceny transferu má často za následek prodloužení doby dodání.

### 3.2 Rozhodovací model MathWorks MATLAB

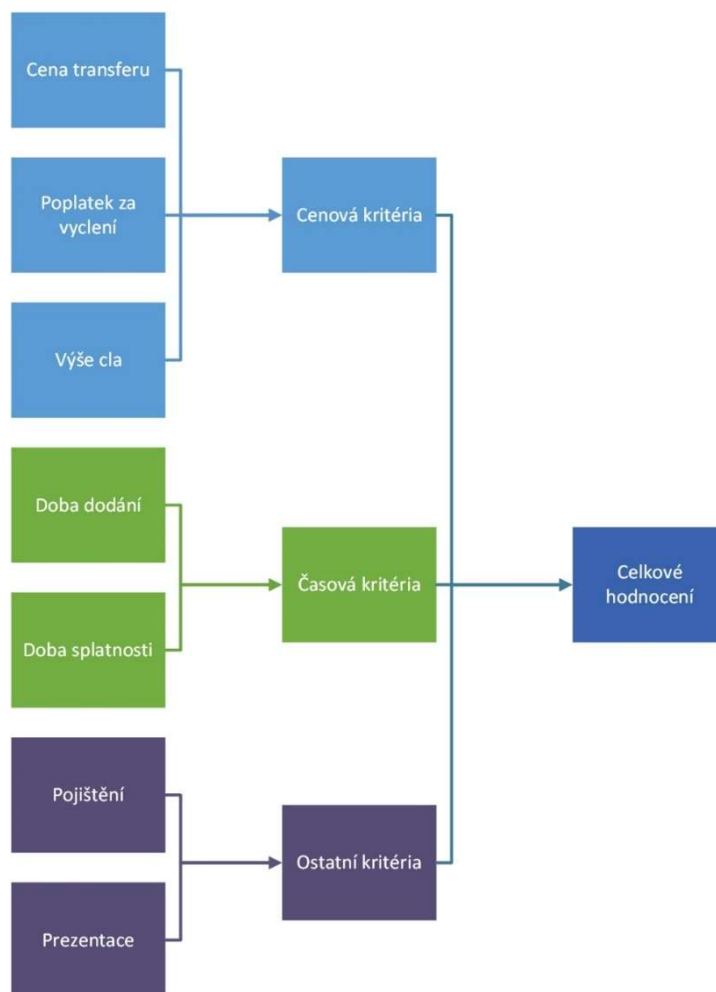
Druhý model pro volbu optimálního dodavatele byl vytvořen v MathWorks MATLAB. Vyhodnocení jednotlivých dodavatelů probíhá pomocí nástroje Fuzzy Logic Toolbox, který je určen pro práci se systémy využívající fuzzy logiku. Pro vytvoření byla použita verze MATLAB R2020b. Využité nástroje a součásti rozhodovacího modelu jsou popsány v kapitole 1.4 této závěrečné práce.

Pro porovnání výsledků s modelem v MS Excel byl vytvořen rozhodovací model, který obsahuje stejná rozhodovací kritéria a totožný klíč pro výsledné hodnocení.

#### 3.2.1 Definování modelu

Model pro volbu nejlepšího dodavatele přepravních služeb obsahuje 7 kritérií. Jednotlivá rozhodovací kritéria mají různý počet atributů. Vytvoření jediného FIS systému zahrnujícího všechna kritéria a náležitá pravidla by znamenalo značnou časovou a výpočetní náročnost. Proto jsou kritéria podle jejich charakteru rozdělena do několika skupin. Pro skupiny kritérií jsou následně vytvořeny 3 subsystémy:

- **Cenová kritéria** – cena transferu, poplatky za vyclení, výše cla
- **Časová kritéria** – doba dodání, doba splatnosti
- **Ostatní kritéria** – pojištění, prezentace



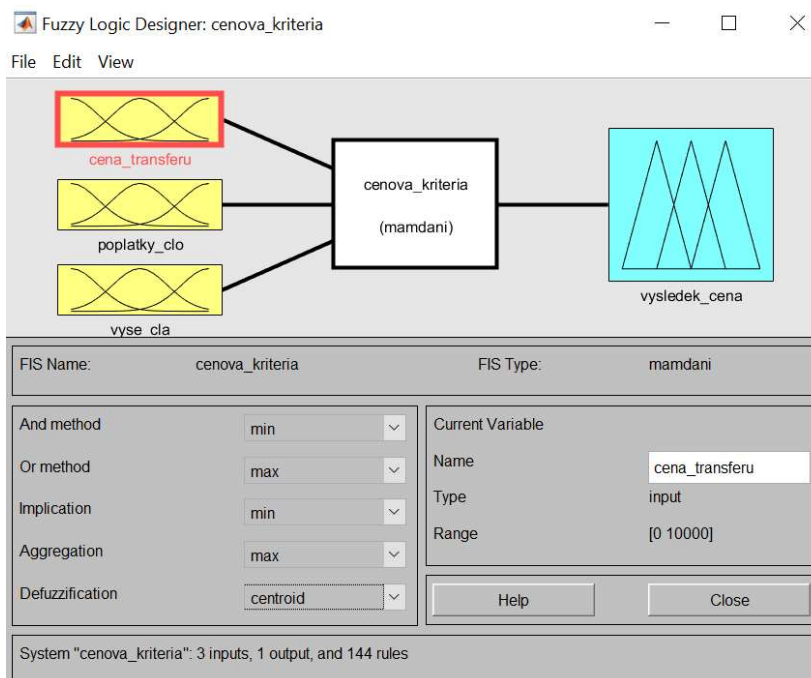
**Obrázek č. 25: Schéma rozdělení rozhodovacích kritérií do subsystémů**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.2 Vytvoření modelu ve FIS editoru

Nástroj sloužící pro práci s fuzzy systémy v MathWorks MATLAB je otevřen zadáním příkazu *fuzzy* do příkazového okna. Ve FIS editoru je následně definován název a počet vstupů a výstupů systému.

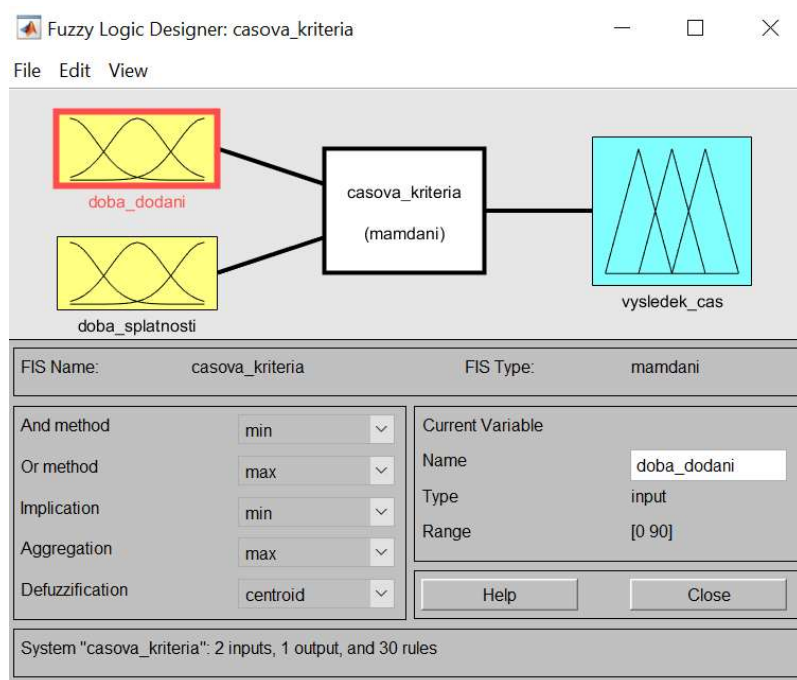
Celkově je pro vytvoření navrhnutého rozhodovacího modelu potřebné vytvořit čtyři soubory \*.fis. Do tří podsystémů jsou rozdělena rozhodovací kritéria. Čtvrtý podsystém je určen pro celkové vyhodnocení. V tomto FIS systému jako vstupy slouží výsledky dílčích podsystémů. Schéma vstupních kritérií a propojení podsystémů se nachází na obrázku č. 25.

Prvním souborem je *cenova\_kriteria.fis*. Tento subsystem slouží k vyhodnocení kritérií, která mají vliv na celkové náklady na přepravu zboží ze zahraničí. Mezi tato kritéria patří cena transferu, poplatek za vyclení a výše cla.



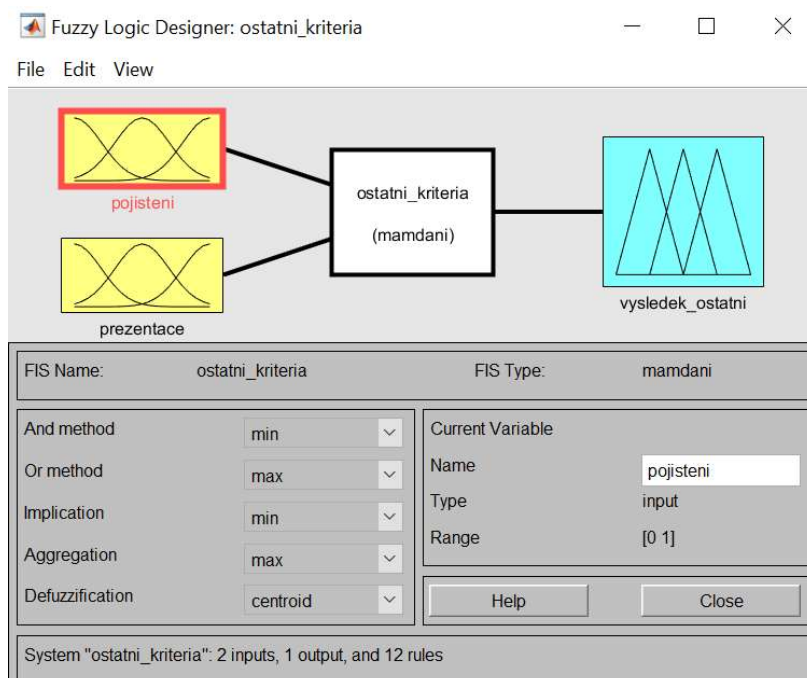
**Obrázek č. 26: FIS editor cenová kritéria**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Další vytvořený subsystem má název *casova\_kriteria.fis*. Tento FIS soubor obsahuje kritéria definující časové údaje, které mají vliv na rozhodovací proces. Do tohoto souboru vstupují doba dodání a doba splatnosti faktury.



**Obrázek č. 27: FIS editor časová kritéria**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

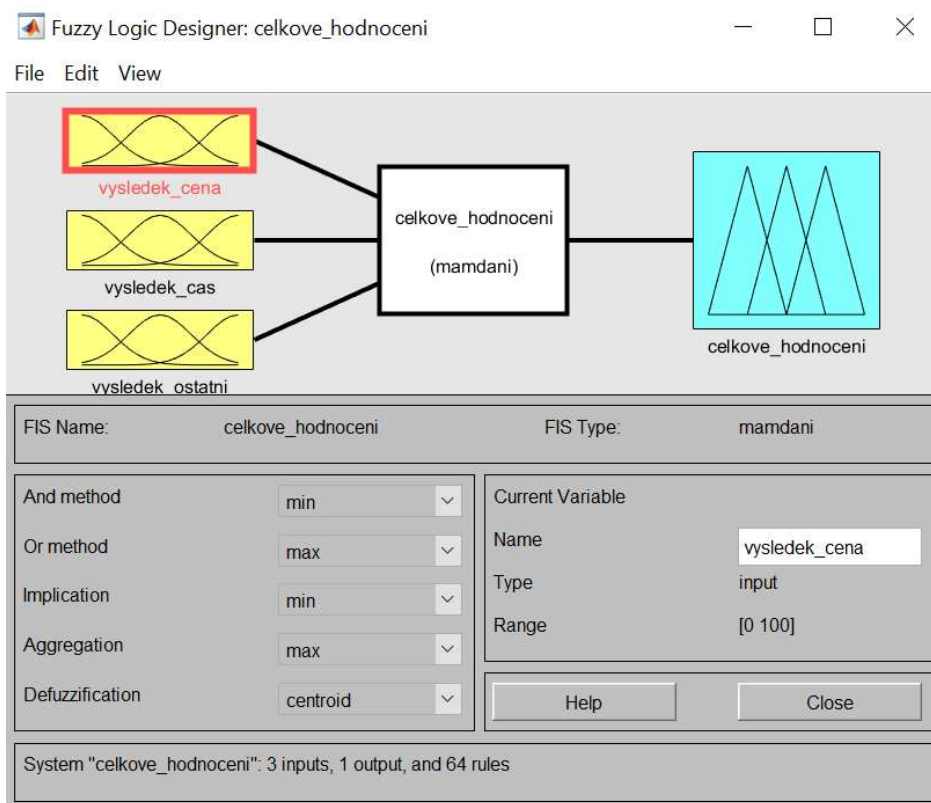
Hodnocení zbývajících kritérií probíhá v souboru *ostatni\_kriteria.fis*. Tento podsystém obsahuje 2 vstupy – pojištění a prezentace. Pojištění obsahuje údaj o procentuální výši pojištění přepravovaného zboží a kritérium prezentace hodnotí zaslanou prezentaci.



**Obrázek č. 28: FIS editor ostatní kritéria**  
(Zdroj: vlastní zpracování)



Následně je pro souhrn výsledků jednotlivých podsystémů vytvořen soubor *celkove\_hodnoceni.fis*. Vstupy tohoto systému jsou výsledky tří dílčích podsystémů. Výstupem tohoto systému je celkové hodnocení všech kritérií, která vstupují do rozhodovacího procesu.



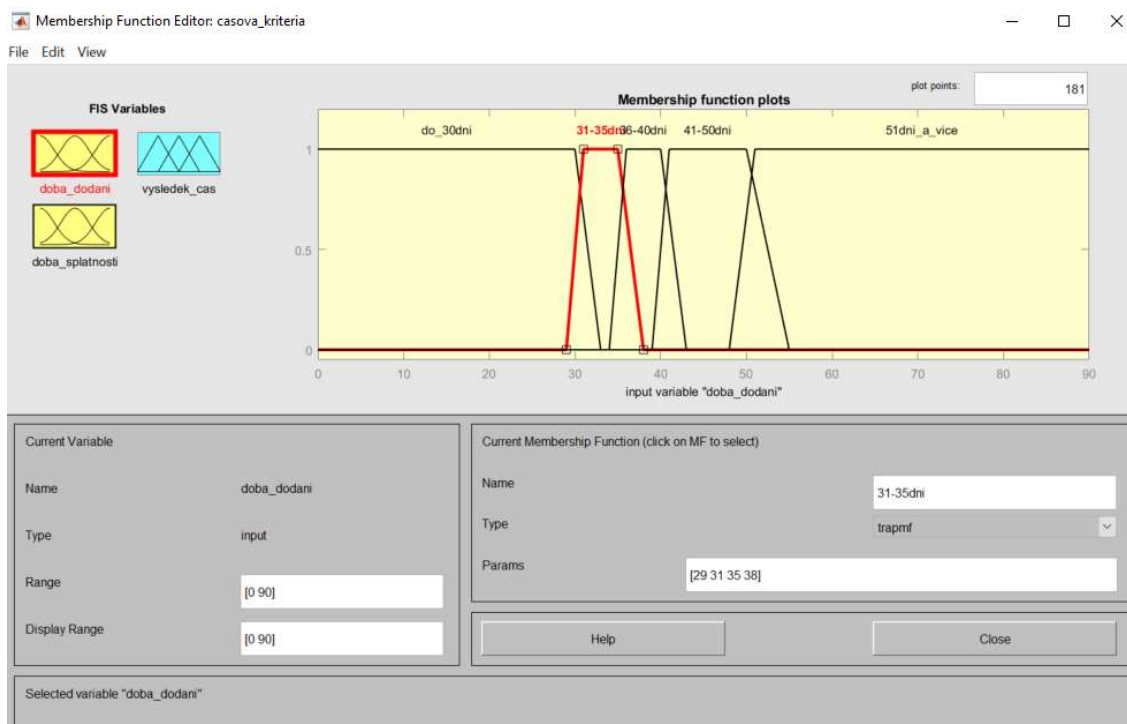
**Obrázek č. 29: FIS editor celkové hodnocení**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.3 Funkce členství v MF editoru

Po vytvoření všech FIS souborů s odpovídajícím počtem vstupů a výstupů dochází k určení funkcí členství. Funkce členství je nutné určit u všech vstupních i výstupních proměnných. Tyto funkce jsou určeny na základě atributů transformační matice (tabulka č. 5 a 6). Vzhledem ke skutečnosti, že funkce členství se u většiny vstupních hodnot definují obdobným způsobem, uvedu pouze několik příkladů.

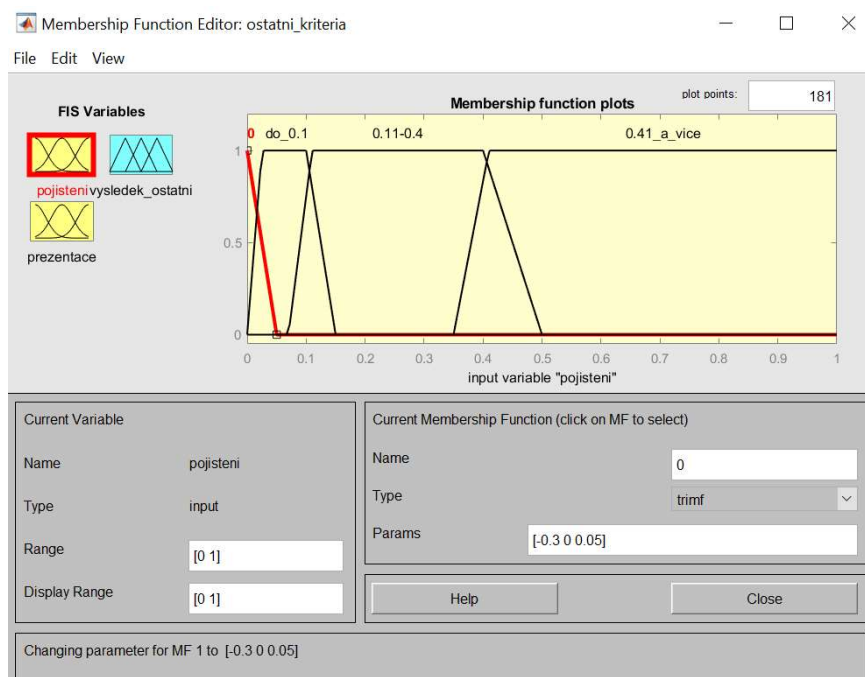
Vstupy cena transferu, poplatky za vyclení, výše cla a doba dodání mají členské funkce ve tvaru *trapmf*. Tento tvar členské funkce je využit, pokud jsou atributy kritéria určeny rozsahem číselných hodnot. Následně je vstupní hodnota kritéria zařazena do jednoho z intervalů.

První zobrazenou členskou funkcí je funkce kritéria doba dodání, které patří do pod systému *casova\_kriteria.fis*.



**Obrázek č. 30: Vstupní funkce členství doba dodání**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Kritéria doba splatnosti a pojištění obsahují dva tvary členských funkcí – *trimf* a *trapmf*. Jako příklad uvedme vstup pojištění. Tento vstup zahrnuje tři funkce členství *trapmf*, které jsou stejně jako v předchozím případě rozsahem kvantitativních hodnot. První členská funkce 0 má tvar *trimf*, který není definován pomocí intervalu. Tato funkce odpovídá atributu, kdy nabídka dodavatele neobsahuje pojištění.



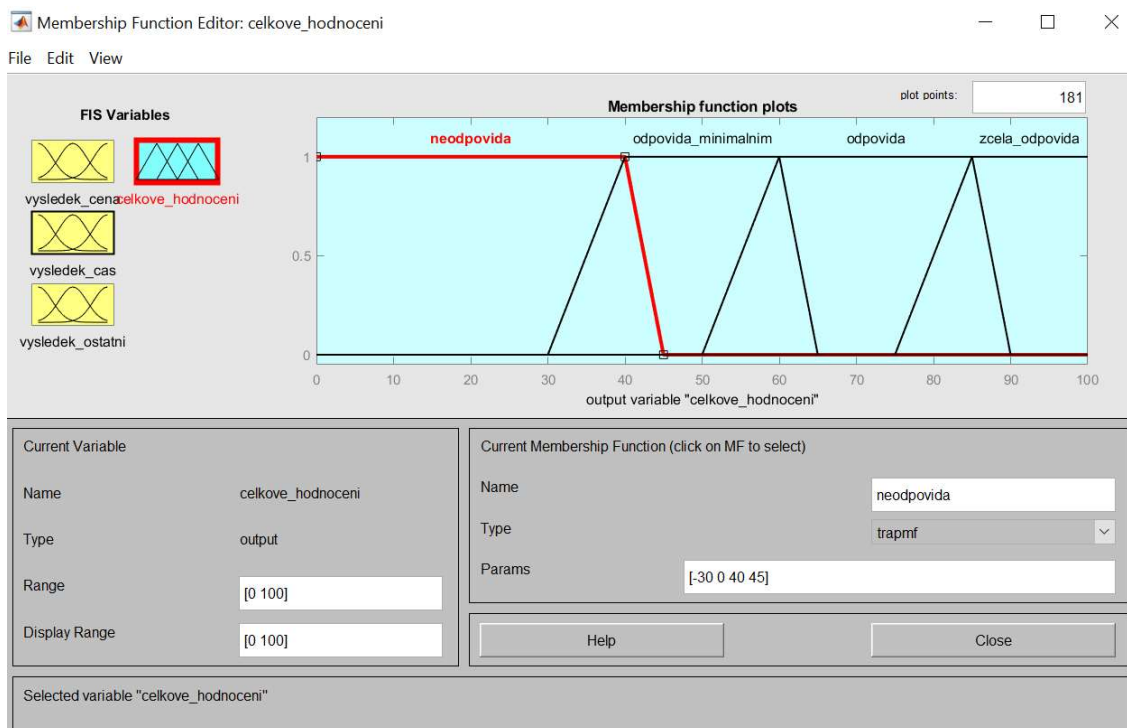
**Obrázek č. 31: Vstupní funkce členství pojištění**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Poslední ukázkou vstupních funkcí členství jsou funkce kritéria prezentace, které mají tvar *trimf*. Atributy kritéria prezentace jsou lingvistické proměnné. Pro zadání vstupů slouží klíč 1 – ano, vypovídající, 2 – ano, nevypovídající, 3 – ne.



**Obrázek č. 32: Vstupní funkce členství prezentace**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Po vytvoření členských funkcí vstupních parametrů je nutné funkce členství definovat i pro výstup. U všech FIS souborů jsou členské funkce výstupu totožné. Hodnocení spadá do jednoho ze 4 intervalů určených retransformační maticí. Stejně jako v modelu v MS Excel jsou dodavatele hodnocení na stupnici 0-100.



**Obrázek č. 33: Výstupní funkce členství**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.4 Rozhodovací pravidla

Pro fungování systému jsou stanovena rozhodovací pravidla. Pro redukci počtu pravidel byla kritéria rozdělena do subsystémů podle obrázku č. 25.

#### Tvorba pravidel pro rozhodování

Model pro hodnocení dopravců obsahuje celkem 7 kritérií. U každého z těchto kritérií bylo učeno několik atributů, kterých může nabývat. Počet atributů rozhodovacích kritérií se nachází v následující tabulce.

**Tabulka č. 25: Počet atributů rozhodovacích kritérií**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Kritérium	Počet atributů
Cena transferu	6
Doba dodání	5
Poplatky za vyclení	6
Výše cla	4
Pojištění	4
Doba splatnosti	6
Prezentace	3

Při vytvoření rozhodovacího modelu pomocí jednoho FIS souboru by pro pokrytí všech řešení muselo být vytvořeno celkem 51 840 pravidel ( $6 * 5 * 6 * 4 * 4 * 6 * 3$  pravidel). Takový počet pravidel by znamenal značnou výpočetní náročnost, a zároveň obtížné zadávání do Fuzzy Inference Systému.

Právě z výše uvedených důvodů jsou rozhodovací kritéria rozdělena do tří subsystémů. Pro každý subsystém a systém celkového hodnocení jsou pravidla vytvářena zvlášť. Díky rozdělení je počet potřebných pravidel značně redukován.

- Subsystém **cenová kritéria** obsahuje 3 kritéria, která mají 6, 6 a 4 vstupní atributy, tj. celkem **144 pravidel**.
- Subsystém **časová kritéria** obsahuje 2 kritéria, která mají 5 a 6 vstupních atributů, tj. celkem **30 pravidel**.
- Subsystém **ostatní kritéria** obsahuje 2 kritéria, která mají 4 a 3 vstupní atributy, tj. celkem **12 pravidel**.
- Do **celkového hodnocení** vstupují tyto 3 subsystémy, kdy u každého z nich jsou definovány 4 atributy (neodpovídá požadavkům, odpovídá minimálním požadavkům, odpovídá požadavkům a zcela odpovídá požadavkům), tj. celkem **64 pravidel**.

Dohromady celý systém, rozdělený na podsystémy obsahuje **250 pravidel**. Došlo tedy k významné redukci, oproti původnímu počtu téměř 52 tisíc pravidel.

Hodnost kritérií, která jsou součástí podsystémů je využita při rozdělování atributů finálního výstupu celkového hodnocení. Tato hodnost byla určena na základě ohodnocené transformační matice v prvním rozhodovacím modelu (tabulka č. 7).

- **Cenová kritéria** mají podíl na celkovém hodnocení 89/140 bodů, tj. 63,6 %
- **Časová kritéria** mají podíl na celkovém hodnocení 41/140 bodů, tj. 29,3 %
- **Ostatní kritéria** mají podíl na celkovém hodnocení 10/140 bodů, tj. 7,1%

## Rule Editor

Pro zadávání a úpravu pravidel slouží nástroj Rule Editor. Podmínky jsou zapsány pomocí logických operátorů *AND* a *OR*. Pro zadání většího množství pravidel do systému byl použit numerický zápis do FIS souboru. Tento způsob je méně časově náročný. Na následujícím obrázku se nachází pravidla FIS souboru celkové hodnocení. Tento zápis je ve tvaru: *vstup1 vstup2 vstup3, výstup (váha) : logický operátor*.

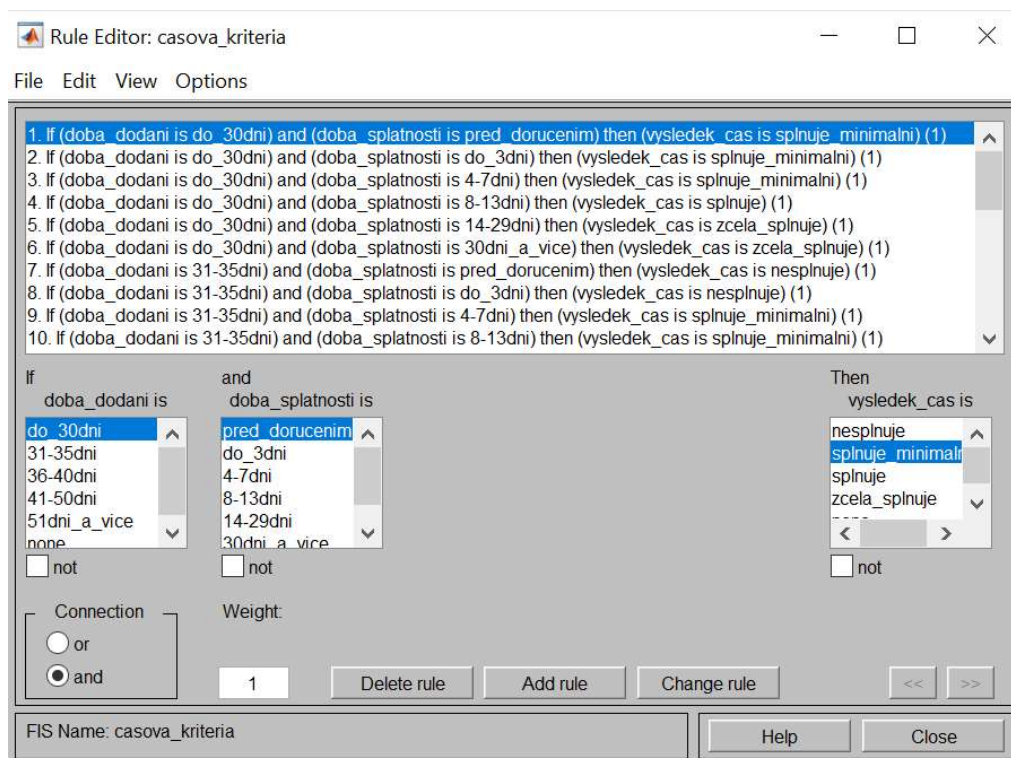
```

54 [Rules]
55 1 1 1, 4 (1) : 1
56 1 1 2, 4 (1) : 1
57 1 1 3, 4 (1) : 1
58 1 1 4, 3 (1) : 1
59 1 2 1, 4 (1) : 1
60 1 2 2, 4 (1) : 1
61 1 2 3, 4 (1) : 1
62 1 2 4, 3 (1) : 1
63 1 3 1, 4 (1) : 1
64 1 3 2, 4 (1) : 1

```

**Obrázek č. 34: Pravidla pomocí FIS souboru**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Pomocí Rule Editoru je však práce s pravidly pro uživatele přehlednější. Pro zobrazení slouží nabídka *Edit\Rules* v některé z částí FIS souboru. Po otevření jsou zobrazena všechna pravidla zapsaná pomocí podmínky *If-Then*. Na následujícím obrázku jsou zobrazena pravidla pro FIS soubor obsahující časová kritéria.

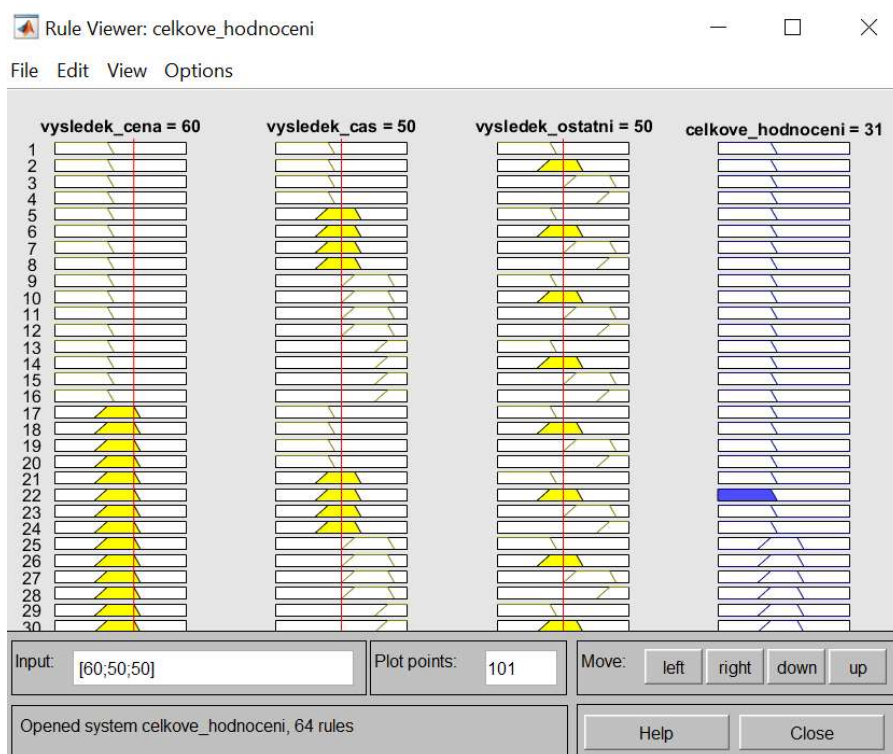


**Obrázek č. 35: Pravidla v Rule Editoru**  
 (Zdroj: vlastní zpracování)

## Rule Viewer

V okamžiku, kdy model obsahuje všechna rozhodovací pravidla, pro prohlížení jednotlivých pravidel a závislostí je určen nástroj Rule Viewer, který zobrazuje všechny vstupy, výstupy a pravidla FIS souboru. V každém sloupci, který představuje vstupní proměnnou je uživatelem určena hodnota. Nastavení hodnot pro vstupní kritéria se okamžitě promítne v posledním sloupci. Tento sloupec zobrazuje výstup rozhodovacího procesu. Rule Viewer je otevřen pomocí *View\Rules*. Na následujícím obrázku se nachází zobrazení pravidel pomocí Rule Vieweru pro FIS soubor celkové hodnocení, kde vidíme, že pokud výsledek cenových kritérií bude 60, a výsledek časových a ostatních kritérií 50, výstupem celkového hodnocení bude 31.





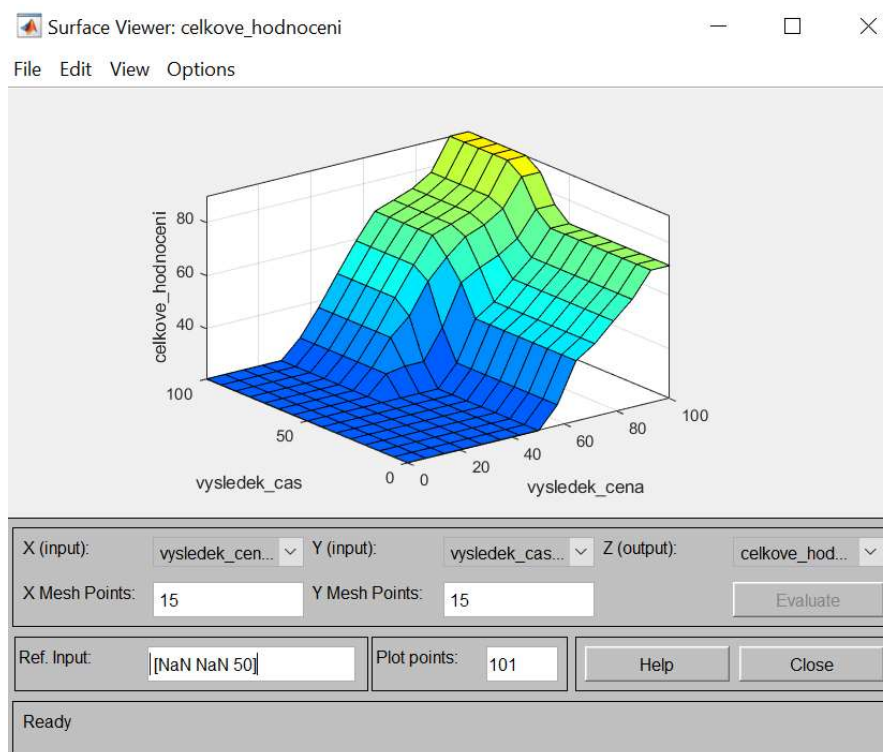
**Obrázek č. 36: Rule Viewer pro celkové hodnocení**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

## Surface Viewer

Dalším nástrojem pro zjištění závislosti výstupu na vstupech je Surface Viewer. Tento prohlížeč však zobrazuje závislost výstupu pouze na dvou zvolených vstupech. Pro ostatní vstupy je určena pevná hodnota. Při pokrytí všech pravidel v bázi znalostí by měla být pokryta celá plocha obrazce v Surface Viewru.

Na následujícím obrázku vidíme prohlížeč povrchu pro celkové hodnocení. Na ose  $x$  je zobrazen výsledek rozhodovacího bloku pro cenová kritéria, na ose  $y$  se nachází výsledek hodnocení časových kritérií. Osa  $z$  následně reprezentuje závislost celkového hodnocení na zvolených vstupních hodnotách. Na obrázku je vidět, že cenová kritéria byla stanovena relativně přísně, neboť téměř do hodnoty 40 na ose  $x$ , která reprezentuje cenová kritéria odpovídá velmi nízké celkové hodnocení.





**Obrázek č. 37: Surface Viewer pro celkové hodnocení**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.5 Hodnocení pomocí M – file

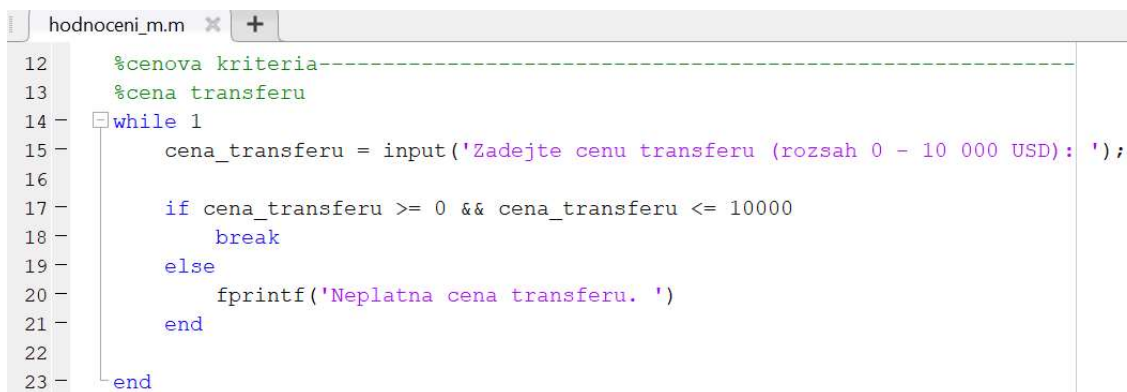
Pro samotné hodnocení nabídek dodavatelů je vytvořen tzv. *m-file*. Do tohoto souboru jsou zadávány vstupní parametry. Aplikace parametry pomocí definovaných členských funkcí a pravidel vyhodnotí a poskytne uživateli výsledek hodnocení. Pro hodnocení jsou nejprve do vytvořeného *m-file* s názvem *hodnoceni\_m.m* načteny všechny FIS soubory. Dále je stanoven způsob hodnocení.

```

hodnoceni_m.m
1 - clear all
2
3 %nacteni fis souboru-----
4
5 - cenova = readfis('cenova_kriteria.fis');
6 - casova = readfis('casova_kriteria.fis');
7 - ostatni = readfis('ostatni_kriteria.fis');
8 - celkove = readfis('celkove_hodnoceni.fis');
```

**Obrázek č. 38: Ukázka M-file**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Dalším krokem v *m-file* je načtení jednotlivých vstupů. Pro správné fungování systému je stanovena kontrola vstupních parametrů, které uživatel zadá. Tato kontrola je vytvořena pomocí cyklu *While*, vnořeného cyklu *If-Then* a příkazů *break*, *input* a *fprint*.

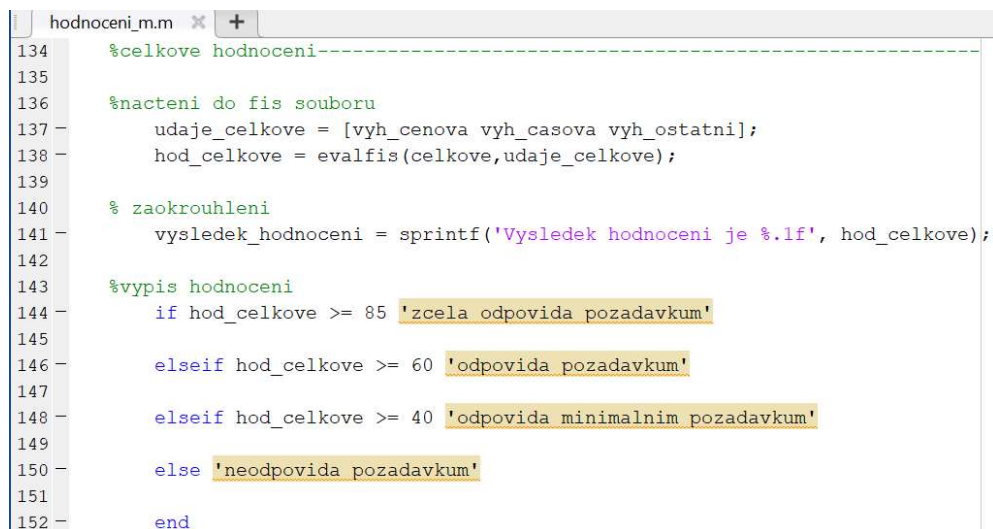


```

12 %cenova kriteria-----
13 %cena transferu
14 while 1
15     cena_transferu = input('Zadejte cenu transferu (rozsah 0 - 10 000 USD): ');
16
17     if cena_transferu >= 0 && cena_transferu <= 10000
18         break
19     else
20         fprintf('Neplatna cena transferu. ')
21     end
22
23 end
  
```

**Obrázek č. 39: Zadávání a kontrola vstupních parametrů M-file**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Obdobným způsobem je vytvořena hláška pro zadání, kontrolu a načtení všech vstupních údajů. Vyhodnocení probíhá pomocí příkazu *evalfis*. Pro zjištění celkového výsledku jsou výsledky tří subsystémů použity jako vstup příkazu *evalfis* pro FIS soubor s celkovým hodnocením. Následně je nabídka vyhodnocena pomocí údajů z retransformační matice (tabulka č.8), která byla použita v prvním rozhodovacím modelu.



```

134 %celkove hodnoceni-----
135
136 %nacteni do fis souboru
137 udata_celkove = [vyh_cenova vyh_casova vyh_ostatni];
138 hod_celkove = evalfis(celkove, udata_celkove);
139
140 % zaokrouhleni
141 vysledek_hodnoceni = sprintf('Vysledek hodnoceni je %.1f', hod_celkove);
142
143 %vypis hodnoceni
144 if hod_celkove >= 85 'zcela odpovida pozadavkum'
145
146 elseif hod_celkove >= 60 'odpovida pozadavkum'
147
148 elseif hod_celkove >= 40 'odpovida minimalnim pozadavkum'
149
150 else 'neodpovida pozadavkum'
151
152 end
  
```

**Obrázek č. 40: Vyhodnocení M-file**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Pro samotný proces hodnocení dodavatelů pomocí modelu ve Fuzzy Logic Toolboxu je nutné napsat do příkazového řádku v MATLABU název vytvořeného *m-file*. Po zadání příkazu *hodnoceni\_m* do příkazového řádku se objeví hlášky, které uživateli podávají informace o zadání hodnot a jejich rozsahu. Pro potvrzení vstupu slouží tlačítko Enter.

```
Command Window
>> hodnoceni_m
Zadejte cenu transferu (rozsah 0 - 10 000 USD): 5240
Zadejte poplatek za vycleni (rozsah 0 - 2 500 Kc): 1950
Zadejte vyssi cla (rozsah 0 - 1 000 USD): 798

Vysledek cenovych kriterii: 71.2

Zadejte dobu dodani (rozsah 0 - 90 dni): 39
Zadejte dobu splatnosti (rozsah 0 - 45 dni): 14

Vysledek casovych kriterii: 71.2

Zadejte vyssi pojisteni - pouzijte des. tecku (rozsah 0 - 1 %): 0.3
Zadejte parametr prezentace (1 - ano, vypovidajici, 2 - ano, nevypovidajici, 3 - ne): 1

Vysledek ostatnich kriterii: 71.2

ans =

    'odpovida pozadavkum'

Vysledek hodnoceni je 71.2
```

**Obrázek č. 41: MATLAB – hodnocení pomocí M-file**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.6 Hodnocení pomocí formuláře

Pomocí nástroje GUIDE byl v aplikaci MATLAB vytvořen formulář, pro uživatelsky přívětivější zadávání vstupů do rozhodovacího modelu. Využití formuláře nutně nevyžaduje předchozí zkušenosti s aplikací. Formulář je uložen jako soubor s názvem *hodnoceni\_formular.fig*. Pro fungování systému a zápis scriptu je formulář propojen se souborem *hodnoceni\_formular.m*. V tomto scriptu jsou načteny a vyhodnoceny hodnoty zadané do formuláře. Výpočet probíhá totožně jako v *hodnoceni\_m.m*.

```

hodnoceni_formular.m x +
295 %nacteni hodnot z formulare do promennych
296
297 %cenova kriteria
298 CenaTransferu = str2double(get(handles.editCena,'String'));
299 PoplatkyClo = str2double(get(handles.editPoplatek, 'String'));
300 VyseCla = str2double(get(handles.editClo,'String'));
301
302 %kontrola zadanych udaju - CENA
303
304 if CenaTransferu >= 0 && CenaTransferu <= 10000
305
306 else
307
308     msgbox('Neplatna cena transferu', 'Chyba!')
309     set(handles.editZaver,'string','Chyba!');
310     set(handles.editHodnoceni,'string','-');
311     return;
312
313 end

```

**Obrázek č. 42: MATLAB – načtení a kontrola údajů z formuláře**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Formulář je otevřen po zadání *hodnoceni\_formular* do příkazového řádku. Ve formuláři bylo vytvořeno několik ovládacích prvků. Odpovídající atribut prezentace je vybrán pomocí tzv. *Pop-up Menu*. Ostatní vstupní údaje jsou zadávány do pole *Edit Text*. K vyhodnocení slouží tlačítko ve spodní části formuláře. Po jeho stisknutí nejprve dojde ke kontrole všech údajů, včetně kontroly datových typů. Pokud kontrola proběhne v pořádku, ve spodní části se zobrazí výsledek hodnocení nabídky od dodavatele.

**Obrázek č. 43: Formulář MATLAB**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.2.7 Vyhodnocení dodavatelů MATLAB

Po vytvoření modelu v MATLABu jsou vyhodnoceny stejné nabídky od dodavatelů jako v případě prvního modelu. Vstupní údaje předložených nabídek se nachází v kapitole 3.1.3.

**Tabulka č. 26: Hodnocení dílčích systémů MATLAB**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Název dopravce	Cenová kritéria	Časová kritéria	Ostatní kritéria	Hodnocení
DB Schenker	21,0	71,2	79,7	<b>21,0</b>
DSV Air & Sea	71,2	71,2	71,2	<b>71,2</b>
EC Logistics	21,0	71,2	71,2	<b>21,0</b>
LogEx Logistics	48,6	48,6	71,2	<b>21,0</b>
Pelmi (varianta A)	71,2	48,6	71,2	<b>71,2</b>
Pelmi (varianta B)	21,0	71,2	71,2	<b>21,0</b>

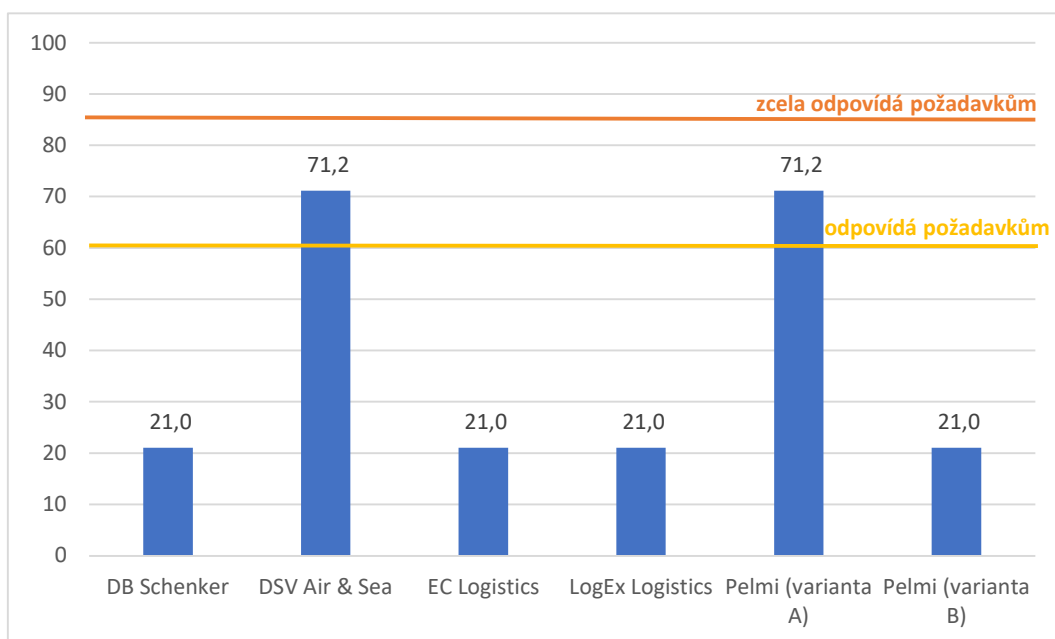
Pro snadné porovnání výsledků modelů v obou aplikacích je slovní hodnocení na základě procentuálního výsledku vytvořeno stejným klíčem. Aplikace MATLAB neumožňuje ukládání výsledků, proto je pro zápis hodnocení vytvořena vlastní tabulka. Výsledné hodnocení dodavatelů pomocí Fuzzy Logic Toolboxu v MATLABu se nachází v následující tabulce.

**Tabulka č. 27: Hodnocení dopravců v modelu MATLAB**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Název dopravce	hodnocení	Výsledek hodnocení
DB Schenker	21,0	neodpovídá požadavkům
DSV Air & Sea	71,2	odpovídá požadavkům
EC Logistics	21,0	neodpovídá požadavkům
LogEx Logistics	21,0	neodpovídá požadavkům
Pelmi (varianta A)	71,2	odpovídá požadavkům
Pelmi (varianta B)	21,0	neodpovídá požadavkům

V tabulce vidíme, že výsledku *odpovídá požadavkům* dosáhli pouze dva dodavatelé přepravních služeb. Ostatní dopravci dosáhli výrazně nižšího hodnocení. Při hodnocení

v tomto modelu byli dopravci rozděleni na základě výsledků pouze do 2 odpovídajících skupin. Pro lepší orientaci ve výsledcích hodnocení byl vytvořen sloupcový graf.



**Graf č. 9: Hodnocení dopravců v modelu MATLAB**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Podle výsledků MATLABu dosáhly shodně nejvyššího hodnocení 71,2% firma DSV Air & Sea a levnější varianta nabídky od firmy Pelmi. V tabulkách výše vidíme, že nejlepšího výsledku dosáhli zejména kvůli nejvyššímu hodnocení cenových kritérií. Pro cenová kritéria byla zároveň určena nejvyšší rozhodovací hodnota při volbě atributů konečného výstupu, proto jsou tito dodavatelé hodnoceni nejlépe.

Při pohledu na hodnocení dílčích systémů vidíme, že firma DSV Air & Sea dosáhla při hodnocení cenových a ostatních kritérií totožných hodnot jako Pelmi. Při hodnocení časových kritérií je však její výsledek vyšší. Z tohoto důvodu lze i přes shodné celkové hodnocení dodavatele DSV Air & Sea považovat za absolutně nejlepšího při hodnocení v modelu MATLAB. Nabídky od všech ostatních dodavatelů byly ohodnoceny jako neodpovídající stanoveným požadavkům.

### 3.3 Porovnání výsledků v MS Excel a MathWorks MATLAB

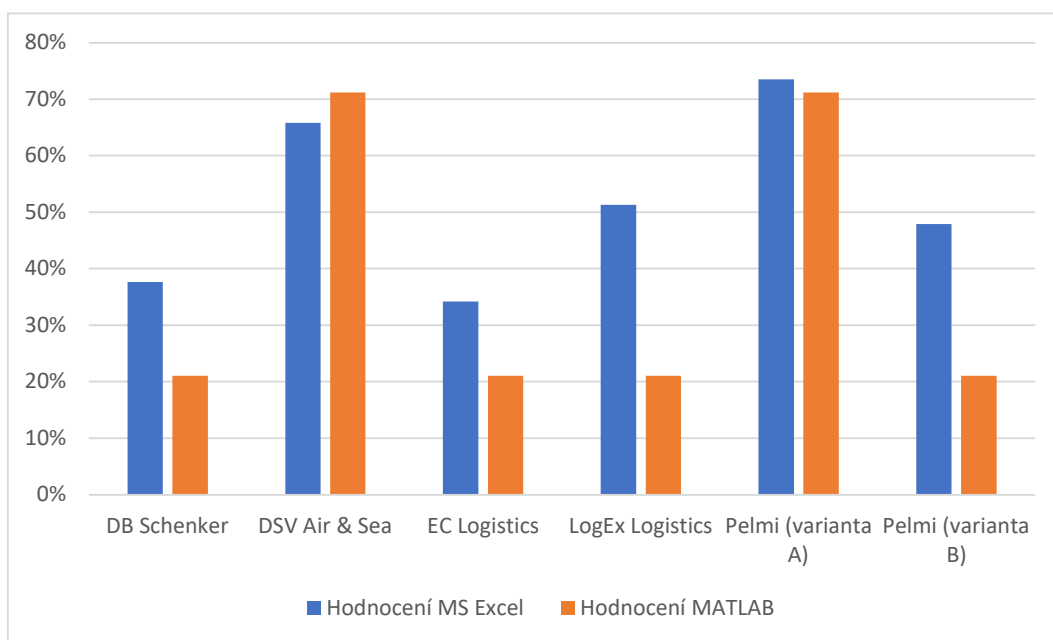
Rozhodovací modely v obou aplikacích byly vytvořeny tak, aby bylo možné jejich výsledky porovnat a zhodnotit. V následující tabulce se nachází porovnání výsledného hodnocení dodavatelů v MS Excel a MATLAB.

**Tabulka č. 28: Porovnání hodnocení MS Excel a MATLAB**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Název dopravce	Hodnocení MS Excel	Hodnocení MATLAB
DB Schenker	37,6 %	21,0
DSV Air & Sea	65,8 %	71,2
EC Logistics	34,2 %	21,0
LogEx Logistics	51,3 %	21,0
Pelmi (varianta A)	73,5 %	71,2
Pelmi (varianta B)	47,9 %	21,0

Porovnání hodnot je zobrazeno pomocí následujícího grafu.



**Graf č. 10: Porovnání hodnocení MS Excel a MATLAB**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Na grafu vidíme, že všichni dodavatelé přepravních služeb, s výjimkou DSV Air & Sea dosáhli při hodnocení pomocí druhého modelu v porovnání s prvním nižšího hodnocení. Lze tedy usoudit, že hodnocení pomocí Fuzzy Logic Toolboxu je výrazně přísnější, než

pomocí tabulek a formulářů v MS Excel. Rozdělením kritérií do subsystemů však dochází ke snížení citlivosti na změnu vstupních parametrů v modelu v MATLABu.

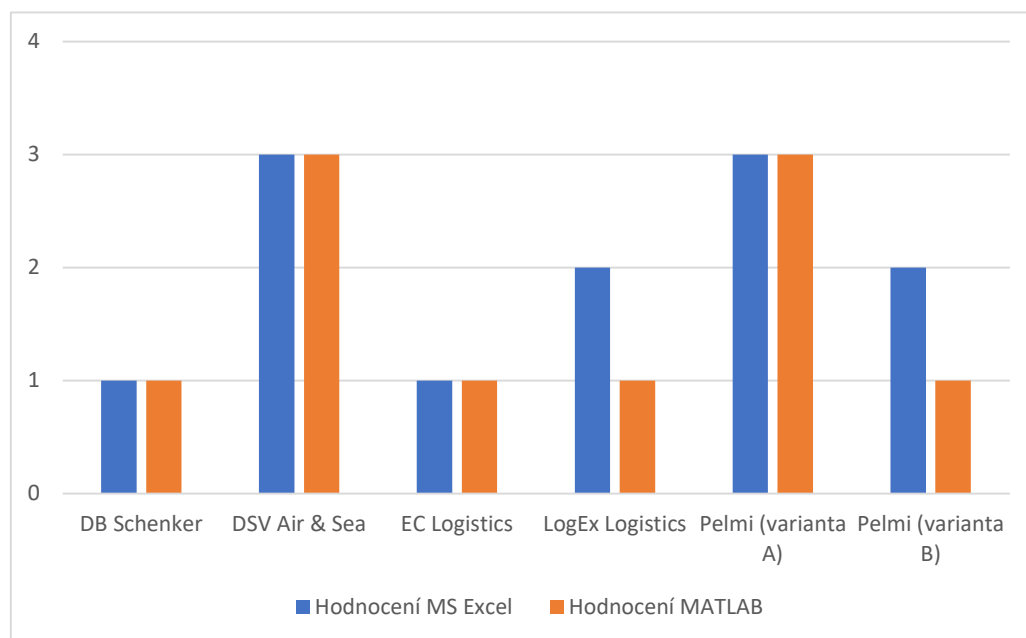
Použití obou modelů slouží primárně k vzájemnému ověření správnosti. Z důvodu, že modely pracují s odlišným algoritmem výpočtu je vhodné porovnat výsledné slovní hodnocení. Toto porovnání má pro uživatele větší vypovídající hodnotu.

**Tabulka č. 29: Porovnání výsledného hodnocení MS Excel a MATLAB**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Název dopravce	Hodnocení MS Excel	Hodnocení MATLAB
DB Schenker	neodpovídá požadavkům	neodpovídá požadavkům
DSV Air & Sea	odpovídá požadavkům	odpovídá požadavkům
EC Logistics	neodpovídá požadavkům	neodpovídá požadavkům
LogEx Logistics	odpovídá minimálním požadavkům	neodpovídá požadavkům
Pelmi (varianta A)	odpovídá požadavkům	odpovídá požadavkům
Pelmi (varianta B)	odpovídá minimálním požadavkům	neodpovídá požadavkům

Následně je také finální slovní hodnocení zobrazeno pomocí grafu. Hodnota 1 na svislé ose – *neodpovídá požadavkům*, 2 – *odpovídá minimálním požadavkům*, 3 – *odpovídá požadavkům*, 4 – *zcela odpovídá požadavkům*.



**Graf č. 11: Porovnání výsledného hodnocení MS Excel a MATLAB**

(Zdroj: vlastní zpracování)



Porovnáním výsledků bylo zjištěno, že nejlepšího hodnocení *odpovídá požadavkům* dosáhli v obou modelech dopravce DSV Air & Sea a levnější varianta přepravy Pelmi. Pokud v okamžiku objednávky bude mít společnost Pelmi k dispozici pouze dražší variantu přepravy, je optimální na základě požadavků preferovat firmu DSV Air & Sea.

Naopak úrovně *neodpovídá požadavkům* v obou modelech dosáhli DB Schenker a EC Logistics. Tyto nabídky a jejich hodnocení mohli být ovlivněny nepříznivou situací v lodní přepravě v době poptávky. Pravidla a intervaly kritérií pro vyhodnocení byla nastavena do jisté míry přísně, neboť v žádném z modelů nikdo z oslovených dodavatelů nedosáhl hodnocení *zcela odpovídá požadavkům*.

Rozdílné hodnocení ve vytvořených modelech bylo zjištěno u výsledků dopravce LogEx Logistics a dražší varianty Pelmi. Obě tyto nabídky dosáhli v MS Excel hodnocení *odpovídá minimálním požadavkům* a v MATLABu hodnocení *neodpovídá požadavkům*. Jejich hodnocení je tedy v MATLABu o jeden stupeň nižší. Ostatní dodavatelé byli hodnoceni v obou modelech stejně.

Rozdíly v hodnocení jsou způsobeny odlišným algoritmem výpočtu obou modelů. V modelu MATLAB s využitím Fuzzy Logic Toolbox probíhá hodnocení na principu skutečné fuzzy logiky, neboť díky tvaru členských funkcí je vstupní parametr na základě stupně členství zařazen do jednoho nebo více atributů. Tento způsob výpočtu je tedy z hlediska fuzzy logiky zpracovanější a více sofistikovaný.

MS Excel pracuje s určitou obdobou fuzzy logiky, avšak každá vstupní hodnota odpovídá pouze jednomu atributu. Z těchto důvodů výsledky modelu MATLAB považuji za přesnější, a lépe vyhovující stanoveným podmínkám a požadavkům.

Použití obou modelů je vzhledem k odlišnému způsobu výpočtu považováno za navzájem se doplňující, případně jako kontrola zjištěných výsledků. Pokud jsou při hodnocení dodavatelů využity oba modely je redukováno riziko vzniku chyby při hodnocení jednoho z vytvořených modelů.

### 3.4 Doporučení

Doporučením na základě výsledků hodnocení je provést užší výběr dodavatelů. Navrhuji oslovit nejlépe hodnocené firmy, kterými jsou v obou modelech Pelmi a DSV Air & Sea. Pro snížení rizika chybného hodnocení některého z modelů případně doporučuji oslovit

LogEx Logistics. Tato společnost dosáhla v MS Excel třetího nejlepšího výsledku. Zároveň při hodnocení dílčích systémů v MATLABu dosáhla oproti ostatním hůře hodnoceným dodavatelům lepšího hodnocení cenových kritérií, která jsou v rozhodovacím modelu nejdůležitější.

Zmíněné nejlépe hodnocené firmy mohou být v při užším výběru hodnoceny na základě dalších kritérií, která mají vliv např. na kvalitu poskytované služby. Tyto dodavatele je případně možné kontaktovat a v rámci smluvních podmínek se domluvit na úpravě některých parametrů nabídky.

Při výběru optimální nabídky mohou být brány v úvahu reference dodavatelů. Pro finální volbu dodavatele může firma přihlížet k předchozím zkušenostem a spolupráci s dopravcem, ať už se jedná o zkušenosti pozitivní či negativní. Vytvořené modely tedy nemusí poskytovat finální výsledek výběru dodavatele, ale slouží jako podpora manažerského rozhodování.

### **3.5 Přínosy návrhu řešení**

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření dvou modelů, které využívají fuzzy logiku jako podporu pro manažerské rozhodování. V současnosti se ve firmě Dřevojas dodavatelé přepravních služeb hodnotí primárně na základě nabídnuté ceny. Vytvořené modely zahrnují do rozhodovacího procesu další kritéria. K tvorbě modelů byly využity dvě aplikace, pomocí kterých jsou vyhodnoceny nabídky dodavatelů.

Model v MS Excel byl vytvořen tak, aby bylo pro uživatele snadné s ním pracovat. Díky tabulkám a uživatelskému rozhraní s formuláři a ovládacími prvky je hodnocení pomocí vytvořeného modelu velmi intuitivní. Tato aplikace ukládá vyhodnocené nabídky přehledně do tabulek. Další velkou výhodou modelu je možnost jeho změny. Případná změna proběhne v krátkém čase bez výrazných zásahů do funkčnosti systému. Jde například o změnu důležitosti některého z kritérií. Při konkrétní zakázce může mít zásadní význam doba dodání. Tato změna je provedena přepisem hodnoty atributů v ohodnocené transformační matici. Po zápisu změny se okamžitě aktualizují výsledky dodavatelů zadaných v systému. Tato změna se promítne také ve formulářích VBA.

Při přidání dalšího kritéria, nebo provedení změny atributů je nutné provést úpravu kódu a VBA aplikace, která však nebude příliš časově náročná. Tato změna již vyžaduje pokročilou znalost vytváření modelu a kódu VBA.

Zaměstnanci firmy při své práci MS Excel často využívají, proto není nutné pro používání vytvořené aplikace na podporu rozhodování vynakládat finanční prostředky na pořízení, školení apod.

Naopak MathWorks MATLAB se ve firmě nevyužívá, a pro zavedení hodnotícího systému by vznikla nutnost nákupu licence a školení práce se softwarem. Vzhledem k vytvořenému uživatelskému rozhraní je práce s tímto systémem relativně snadná. Zakoupení licence je však značně finančně náročné. Pro funkčnost modelu by musela být zakoupena nejen licence na samotný MATLAB, ale zároveň na doplněk Fuzzy Logic Toolbox. Vyčíslení nákladů na tyto licence se nachází v následující tabulce.

**Tabulka č. 30: Cena licence MathWorks MATLAB**  
(Zdroj: 32)

<b>Položka</b>	<b>Cena licence</b>
MATLAB	51 707 Kč bez DPH
Fuzzy Logic Toolbox	29 732 Kč bez DPH
DPH celkem	17 102 Kč
<b>CENA CELKEM</b>	<b>98 541 Kč</b>

Z důvodu vysoké pořizovací ceny licence MATLAB, a skutečnosti, že oba vytvořené modely slouží spíše k vzájemné kontrole a doplnění, není podle mého názoru účelné a nezbytně nutné licenci na MathWorks MATLAB kupovat. Rozhodovací model v MS Excel je pro použití ve firmě vhodnější, nevyžaduje dodatečné náklady a poskytuje korektní informace pro rozhodovací proces. Výhodou tohoto modelu je snadné ovládání díky znalosti aplikace a uživatelského prostředí a možnost ukládání výsledků hodnocení. Přínosem návrhu je snadné hodnocení nabídek od nových potenciálních dodavatelů. V této práci je vyhodnoceno pouze několik nabídek. Při změně vstupních kritérií, nebo obdržení nové nabídky bude hodnocení pomocí vytvořených rozhodovacích modelů výrazně jednodušší. Tím dojde k časové úspoře při hledání optimálního dopravce na dovoz sanitární keramiky ze zahraničí. Po provedení několika změn by systémy mohly sloužit také pro hodnocení jiných dodavatelů.

Dalším přínosem vytvořených rozhodovacích modelů je redukce rizika výběru nevyhovujícího dodavatele a vzniku dodatečných finančních nákladů. Na základě hodnocení je možné provést užší výběr dopravců, jejichž nabídky nejvíce odpovídají požadavkům, a nabízí tedy nejlepší poměr ceny a kvality.

Je důležité zmínit, že výstupem vytvořených modelů není finální rozhodnutí pro výběr optimálního dodavatele přepravních služeb. Výsledky hodnocení jednotlivých nabídek poskytují přehled, do jaké míry nabídka oslovené firmy splňuje stanovené požadavky. Toto zjištění může dále sloužit jako podpora pro manažerské rozhodování. Konečný výběr optimálního dodavatele je však vždy na vlastním uvážení a rozhodnutí manažera.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvoření modelu na podporu rozhodování s využitím fuzzy logiky. V této práci byly vytvořeny 2 modely, které slouží jako nástroj pro výběr vhodného dodavatele přepravy sanitární keramiky z Čínské lidové republiky.

Teoretická východiska popisují fuzzy logiku a problematiku dodavatelů. V této části je dále definován obecný postup tvorby fuzzy modelů v MS Excel a MATLAB. Získané poznatky slouží jako východiska pro zpracování návrhu rozhodovacích modelů.

Ve druhé části je představena firma Dřevojas, která se věnuje výrobě koupelnového nábytku. Po představení firmy následuje představení potenciálních dodavatelů. V závěru této části jsou definována kritéria a jejich důležitost v rozhodovacím procesu.

Návrhová část se věnuje představení hlavních výstupů, kterými jsou rozhodovací modely. První z modelů v MS Excel vyhodnocuje nabídky pomocí několika matic. Po identifikaci transformační matice následuje ohodnocení všech jejich atributů, které bylo stanoveno na základě požadavků. Tato aplikace obsahuje několik formulářů a ovládacích prvků vytvořených pomocí jazyka Visual Basic for Applications. Druhý model byl vytvořen v programu MATLAB, pomocí Fuzzy Logic Toolbox. K vyhodnocení dodavatelů slouží tzv. M-file, nebo GUI formulář, který uživateli poskytuje snadné zadávání vstupních parametrů.

Pomocí obou modelů bylo hodnoceno celkem 6 nabídek. Modely fungují na základě odlišného algoritmu výpočtu, proto jsou nalezeny odchylky v hodnocení jednotlivých dodavatelů. V obou modelech dosáhli nejvyšší hodnocení dva dodavatelé. Doporučením je tedy tyto dodavatele oslovit a případně na základě dalších kritérií rozhodnout, který z nich je pro konkrétní zakázku vhodnější.

Závěrečná část se věnuje zhodnocení přínosů návrhu řešení. Podle předpokladu je pro použití ve společnosti vhodnější model v MS Excel. Zaměstnanci s tímto programem denně pracují a vytvořená aplikace je uživatelsky přívětivá. Jedním z přínosů je možnost po drobných úpravách modely využít při jiných rozhodovacích procesech ve firmě.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování: metodická příručka pro kombinovanou formu studia*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3324-8.
- (2) DOSTÁL, Petr, Karel RAIS a Zdeněk SOJKA. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. Praha: Grada, 2005. Expert (Grada). ISBN 80-247-1338-1.
- (3) DOSTÁL, Petr. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, [2015] -2017. ISBN 978-80-7204-896-0.
- (4) NOVÁK, Vilém. *Základy fuzzy modelování*. Praha: BEN – technická literatura, 2000. ISBN 80-7300-009-1.
- (5) DOSTÁL, Petr. *Advanced decision making in business and public services*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-747-5.
- (6) MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence*. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-200-0504-8.
- (7) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-605-8.
- (8) JURA, Pavel. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Nakladatelství VUTIAM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.

- (9) LASÁK, Pavel. MS Excel co, proč, nač. *Jak na Excel* [online]. Brno, © 2004–2021 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://office.lasakovi.com/excel/obecne/ms-excel-co-je-proc-nac/>
- (10) LAURENČÍK, Marek a Michal BUREŠ. *Programování v Excelu 2010 & 2013: záznam, úprava a programování maker*. Praha: Grada, 2013. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-5033-0.
- (11) KRÁL, Martin. *Excel VBA: výukový kurz*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2358-4.
- (12) HANSELMAN, Duane C. a Bruce LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB*. Upper Saddle River: Pearson, ©2012. ISBN 978-0-13-601330-3.
- (13) Build Fuzzy Systems Using Fuzzy Logic Designer. *MathWorks: Makers of MATLAB and Simulink* [online]. Portola Valley: The MathWorks, © 1994-2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>
- (14) Fuzzy Logic Designer. *MathWorks: Makers of MATLAB and Simulink* [online]. Portola Valley: The MathWorks, © 1994-2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzylogicdesigner-app.html>
- (15) SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 4., aktualiz. A rozš. Vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1992-4.
- (16) NENADÁL, Jaroslav. *Management partnerství s dodavateli: nové perspektivy firemního nakupování*. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-152-6.

- (17) Logo Dřevojas. *Dřevojas: český koupelnový nábytek* [online]. Svitavy, © 2009–2020 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.drevojas.cz/cs/m-83-ke-stazeni>
- (18) *Veřejný rejstřík a Sbírka listin: Výpis z obchodního rejstříku* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky, © 2012-2015 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=696741&typ=PLATNY>
- (19) O firmě. *Dřevojas: český koupelnový nábytek* [online]. Svitavy, © 2009–2020 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.drevojas.cz/cs/m-2-o-spolecnosti>
- (20) Výhody koupelnového nábytku Dřevojas. *Dřevojas: český koupelnový nábytek* [online]. Svitavy, © 2009–2020 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.drevojas.cz/cs/m-71-vyhody-koupelnoveho-nabytku-drevojas>
- (21) Historie Dřevojasu. *Dřevojas: český koupelnový nábytek* [online]. Svitavy, © 2009–2020 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.drevojas.cz/cs/m-220-historie-drevojasu>
- (22) ŠKRABAL, A., *Konzultace diplomové práce* [ústní sdělení]. Dřevojas. Pražská 2060/50, Svitavy. 29. 3. 2021.
- (23) Profil společnosti. *DB Schenker* [online]. Nučice, ©2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.dbschenker.com/cz-cs/o-nas/profil-spolecnosti>
- (24) DB Schenker v České republice. *DB Schenker* [online]. Nučice, ©2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.dbschenker.com/cz-cs/o-nas/db-schenker-ceska-republika>



- (25) Why choose us. *DSV: Global Transport and Logistics* [online]. Hedehusene, ©2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.dsv.com/en/why-dsv>
- (26) Company structure. *DSV: Global Transport and Logistics* [online]. Hedehusene, ©2021 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.dsv.com/en/about-dsv/company-structure>
- (27) Sea freight services. *DSV: Global Transport and Logistics* [online]. Hedehusene, ©2021 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.dsv.com/en/our-solutions/modes-of-transport/sea-freight/sea-freight-services>
- (28) *EC Logistics* [online]. Brno, © 2017 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <http://ecl-log.com/index.html>
- (29) O společnosti. *LogEx s.r.o: dopravní služby* [online]. Kněževes u Prahy, ©2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.logex.cz/o-spolecnosti>
- (30) *PELMI s.r.o: Komplexní služby v dopravě a logistice* [online]. Praha, © 2010 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <http://www.pelmi.cz/>
- (31) O nás. *PELMI s.r.o: Komplexní služby v dopravě a logistice* [online]. Praha, © 2010 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <http://www.pelmi.cz/onas.html>
- (32) Pricing and Licensing. *MathWorks: Makers of MATLAB and Simulink* [online]. Natick, © 1994-2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/pricing-licensing.html?prodcode=ML&intendeduse=undefined>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

UC	University of Carolina
FIS	Fuzzy Inference Systém
MF	Membership Function
USD	americký dolar
EU	Evropská unie
VBA	Visual Basic for Applications
MS	Microsoft
GUI	Graphical User Interface

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Příklad transformační matice .....	24
Tabulka č. 2: Příklad ohodnocené transformační matice.....	24
Tabulka č. 3: Příklad vstupní stavové matice .....	25
Tabulka č. 4: Příklad retransformační matice .....	26
Tabulka č. 5: Transformační matice - 1. část.....	49
Tabulka č. 6: Transformační matice - 2. část.....	49
Tabulka č. 7: Ohodnocená transformační matice .....	50
Tabulka č. 8: Retransformační matice .....	51
Tabulka č. 9: Vstupní stavová matice 0/1 .....	51
Tabulka č. 10: Tabulka s hodnocením .....	52
Tabulka č. 11: Tabulka s hodnocením při chybném zadání .....	53
Tabulka č. 12: Nabídka DB Schenker .....	61
Tabulka č. 13: Vstupní stavová matice DB Schenker .....	62
Tabulka č. 14: Nabídka DSV Air & Sea.....	62
Tabulka č. 15: Vstupní stavová matice DSV Air & Sea.....	63
Tabulka č. 16: Nabídka EC Logistics .....	63
Tabulka č. 17: Vstupní stavová matice EC Logistics .....	64
Tabulka č. 18: Nabídka LogEx Logistics .....	64
Tabulka č. 19: Vstupní stavová matice LogEx Logistics .....	65
Tabulka č. 20: Nabídka Pelmi (varianta A) .....	65
Tabulka č. 21: Vstupní stavová matice Pelmi (varianta A) .....	66
Tabulka č. 22: Nabídka Pelmi (varianta B) .....	66
Tabulka č. 23: Vstupní stavová matice Pelmi (varianta B) .....	67
Tabulka č. 24: Hodnocení dopravců v modelu MS Excel .....	67
Tabulka č. 25: Počet atributů rozhodovacích kritérií.....	77
Tabulka č. 26: Hodnocení dílčích systémů MATLAB.....	85
Tabulka č. 27: Hodnocení dopravců v modelu MATLAB .....	85

Tabulka č. 28: Porovnání hodnocení MS Excel a MATLAB.....	87
Tabulka č. 29: Porovnání výsledného hodnocení MS Excel a MATLAB.....	88
Tabulka č. 30: Cena licence MathWorks MATLAB .....	91

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Proces rozhodování pomocí fuzzy zpracování .....	21
Obrázek č. 2: Tvary standardních funkcí členství .....	21
Obrázek č. 3: Schéma FIS.....	28
Obrázek č. 4: Fuzzy Logic Designer .....	29
Obrázek č. 5: Membership Function Editor.....	30
Obrázek č. 6: Vytváření pravidel v Rule Editoru .....	31
Obrázek č. 7: Rule Viewer.....	32
Obrázek č. 8: Surface Viewer .....	33
Obrázek č. 9: Logo Dřevojas v. d. ....	38
Obrázek č. 10: Logo DB Schenker .....	41
Obrázek č. 11: Logo DSV.....	42
Obrázek č. 12: Logo EC Logistics.....	42
Obrázek č. 13: Logo LogEx Logistics .....	43
Obrázek č. 14: Logo Pelmi .....	43
Obrázek č. 15: Úvodní menu .....	54
Obrázek č. 16: Formulář výběr dodavatele.....	54
Obrázek č. 17: Formulář pro vložení a hodnocení nového dodavatele .....	55
Obrázek č. 18: Chybové hlášení při hodnocení nového dodavatele .....	56
Obrázek č. 19: Hodnocení nového dodavatele pomocí formuláře.....	56
Obrázek č. 20: Formulář pro hodnocení existujících dodavatelů .....	57
Obrázek č. 21: Zobrazení zadaných kritérií existujícího dodavatele.....	58
Obrázek č. 22: Ukázka listu s vyhodnocenými dodavateli.....	59
Obrázek č. 23: Zobrazení nejlépe hodnoceného dodavatele.....	59
Obrázek č. 24: Formulář pro odstranění dodavatele.....	60
Obrázek č. 25: Schéma rozdělení rozhodovacích kritérií do subsystemů .....	70
Obrázek č. 26: FIS editor cenová kritéria .....	71
Obrázek č. 27: FIS editor časová kritéria .....	72

Obrázek č. 28: FIS editor ostatní kritéria.....	72
Obrázek č. 29: FIS editor celkové hodnocení.....	73
Obrázek č. 30: Vstupní funkce členství doba dodání .....	74
Obrázek č. 31: Vstupní funkce členství pojištění .....	75
Obrázek č. 32: Vstupní funkce členství prezentace.....	75
Obrázek č. 33: Výstupní funkce členství.....	76
Obrázek č. 34: Pravidla pomocí FIS souboru .....	78
Obrázek č. 35: Pravidla v Rule Editoru .....	79
Obrázek č. 36: Rule Viewer pro celkové hodnocení .....	80
Obrázek č. 37: Surface Viewer pro celkové hodnocení.....	81
Obrázek č. 38: Ukázka M-file.....	81
Obrázek č. 39: Zadávání a kontrola vstupních parametrů M-file .....	82
Obrázek č. 40: Vyhodnocení M-file .....	82
Obrázek č. 41: MATLAB – hodnocení pomocí M-file .....	83
Obrázek č. 42: MATLAB – načtení a kontrola údajů z formuláře .....	84
Obrázek č. 43: Formulář MATLAB .....	84

## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Sčítání fuzzy množin .....	16
Graf č. 2: Odčítání fuzzy množin.....	17
Graf č. 3: Násobení fuzzy množin .....	18
Graf č. 4: Dělení fuzzy množin.....	18
Graf č. 5: Průnik fuzzy množin.....	19
Graf č. 6: Sjednocení fuzzy množin.....	20
Graf č. 7: Doplněk fuzzy množiny.....	20
Graf č. 8: Hodnocení dopravců v modelu MS Excel.....	68
Graf č. 9: Hodnocení dopravců v modelu MATLAB.....	86
Graf č. 10: Porovnání hodnocení MS Excel a MATLAB.....	87
Graf č. 11: Porovnání výsledného hodnocení MS Excel a MATLAB .....	88

## SEZNAM VZORCŮ

Vzorec č. 1: Rovnost fuzzy množin.....	16
Vzorec č. 2: Sčítání fuzzy množin .....	16
Vzorec č. 3: Odčítání fuzzy množin .....	17
Vzorec č. 4: Násobení fuzzy množin .....	17
Vzorec č. 5: Dělení fuzzy množin .....	18
Vzorec č. 6: Průnik fuzzy množin .....	19
Vzorec č. 7: Sjednocení fuzzy množin .....	19
Vzorec č. 8: Doplněk fuzzy množiny .....	20
Vzorec č. 9: Tvar podmínkové věty.....	22
Vzorec č. 10: Kontrola vstupní stavové matice .....	25
Vzorec č. 11: Výpočet bodového hodnocení .....	25
Vzorec č. 12: Výpočet procentuálního hodnocení.....	26
Vzorec č. 13: Výpočet výše cla .....	45
Vzorec č. 14: Kontrola zadání vstupní stavové matice.....	52
Vzorec č. 15: Slovní hodnocení dodavatele.....	53



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Rozhodovací model MS Excel – Hodnoceni_aplikace.xlsm .....	
Příloha č. 2: Model MATLAB – cenova_kriteria.fis.....	
Příloha č. 3: Model MATLAB – casova_kriteria.fis .....	
Příloha č. 4: Model MATLAB – ostatni_kriteria.fis .....	
Příloha č. 5: Model MATLAB – celkove_hodnoceni.fis.....	
Příloha č. 6: Hodnocení MATLAB – hodnoceni_m.m.....	
Příloha č. 7: Hodnocení MATLAB –hodnoceni_formular.m.....	
Příloha č. 8: Formulář MATLAB – hodnoceni_formular.fig .....	